

FEB. 25

LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

No. 5 (Contribution, A. No. 3)

December, 1952.

BULLETIN
OF
TOKAI REGIONAL
FISHERIES RESEARCH LABORATORY
FISHERIES AGENCY

水 産 廳
東海區水產研究所研究報告
第 5 號

東海區水產研究所

東京都中央区月島三號地

昭和 27 年 12 月

TOKAI REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY
TSUKISHIMA, TOKYO, JAPAN.

December, 1952.

邦産アワビ属の増殖に関する
生物学的研究

猪 野 峻

BIOLOGICAL STUDIES ON THE PROPAGATION
OF JAPANESE ABALONE (GENUS *HALIOTIS*)

BY

TAKASHI I NO

邦産アワビ属の増殖に関する

生物学的研究

BIOLOGICAL STUDIES ON THE PROPAGATION OF JAPANESE ABALONE (GENUS *HALIOTIS*)

猪 野 峻

Takashi Ino

(Tokai Regional Fisheries Research Laboratory)

目 次

CONTENTS

緒 言 Introduction	1
I 発生学的研究 Embryological studies	4
材料及び方法 Material and methods	5
研究成果 Results obtained	7
(A) 産卵期及びそれに伴う親貝の移動 Spawning season and migration of adult	7
(B) 放卵放精 Spawning phenomena	9
(C) 生殖素の性状 Character of reproductive cells	10
(D) 発生経過 General sketch of development	12
I. <i>Haliotis discus</i> の発生 Development in <i>Haliotis discus</i>	12
II. <i>Haliotis sieboldii</i> の発生 Development in <i>Haliotis sieboldii</i>	19
III. 従来の報告特に <i>H. gigantea</i> との比較 Comparisons with the other species reported	20
(E) 幼生の生態 Ecology of the larvae	20
I. 趨性 Taxis	21
II. 適温範囲 Optimum temperature for the larvae	22
III. 適比重範囲 Optimum salinity for the larvae	23
IV. 匍匐速度 Speed of locomotion in early creeping stage	23

II 食性に関する研究 Studies on the food habit	25
材料及び方法 Material and methods	25
研究結果 Results obtained	26
(A) 消化器系の構造 Anatomy of alimentary system	26
I. 口 腔 部 Buccal region	26
II. 食 道 Oesophagus	29
III. 胃 Stomach	30
IV. 肝 臓 Liver	32
V. 腸 Intestine	32
(B) 餌料と成長との関係 Relation between food and growth	33
I. 浮游期幼生及び底棲初期の餌料と成長	
Food and growth in planktöníc and early creeping stages	33
II. 成貝の餌料と成長 Food and growth of the adult	34
a. 餌料の種類 Kinds of food	34
b. 紅藻類の餌料価値及び餌料の種類による殻色の変異	
Food value of red algae and color changes in shell under	
controlled feeding	35
c. 摂餌量の季節的変化及び成長度	
Seasonal change in the amount of food ingested and in	
growth rate	36
III 重要種特にエゾアワビの分類学的検討	
Taxonomic studies of important species, especially of <i>Haliotis</i>	
<i>kamtschatkana</i>	40
研究資料及び方法 Material and methods	42
研究結果 Results obtained	43
(A) 日本産エゾアワビの分類学的検討	
Taxonomic discussion for <i>Haliotis discus hannai</i> in Japan	43
I. 米国産 <i>Haliotis kamtschatkana</i> と日本産エゾアワビの比較	
Comparison between <i>H. discus hannai</i> (and in japan)	
<i>H. kamtschatkana</i> in America	43

a. 貝 殻 Shell	43
b. 軟体部 Soft part	47
II. 日本産エゾアワビをクロアワビ(<i>Haliotis discus</i>)の変種と認める に至つた理由	
Relationship between <i>Haliotis discus</i> and <i>H. discus hannai</i> ...	48
a. 形態学的理由 Morphological	49
b. 生態学的理由 Ecological	50
c. 環境に依る貝殻の変異に関する考察 Consideration of shell variation due to environment	62
III. 新変種の記載 Description of new variety, <i>Haliotis discus</i> <i>hannai</i>	65
(B) <i>Haliotis gigantea</i> , <i>H. sieboldii</i> 及び <i>H. discus</i> 相互の類縁関係 Relationship between <i>H. gigantea</i> , <i>H. sieboldii</i> and <i>H. discus</i>	67
(C) 日本産アワビ属重要種の分類 Classification of important Japanese species of genus <i>Haliotis</i>	69
IV アワビ増殖に関する考察 Consideration of the propagation of Japanese abalone ...	71
(A) 消極的増殖方法 Extensive method	71
(B) 積極的増殖方法 Intensive method	72
要 約 Summary in Japanese	76
参考文献 Literature	79
附図説明 Explanation of plates	86
略字記号 List of abbreviation used in plates	94
Summary in English	96

緒 言

Introduction

アワビ属 (*Haliotis*) の現生種は世界中で約 90 種を算し、その分布も広く太平洋・大西洋・印度洋等に亘るが就中本邦沿岸・北米太平洋沿岸及び濠洲沿岸は種類・数量共に豊富である。我国の沿岸では外洋水の影響を受けて褐藻類の繁茂する海岸に至る所アワビを産している。この様に多産するので遠く先史時代から既に之れを食用として利用していたことは貝塚の研究が如実に之を物語っている。又我国のアワビは北米産アワビと共に大形を以つて有名で、軟体は生鮮のまま食膳に上せられる外、のしあわび罐詰材料とされ乾製品は明鮑・灰鮑と称せられ輸出品として貿易に大きな役割を果たして来たが、色彩・光沢の美麗な貝殻も又各種工芸材料とされ利用の方法は頗る多岐に亘り我国重要水産物の一つとなつている。

全般的に見て低緯度地方には利用価値の少い矮小種が多く分布しているが、これ等を含めて我国では次の 9 種が報告されている。

1. *Haliotis (Haliotis) asinina* Linné ミミガイ
2. *Haliotis (Euhaliotis) gigantea* Gmelin マダカ
3. *Haliotis (Euhaliotis) sieboldii* Reeve メガイ
4. *Haliotis (Euhaliotis) discus* Reeve クロ
5. *Haliotis (Euhaliotis) kamtschatkana* Jonas エゾアワビ
6. *Haliotis (Sanhaliotis) varia* Linné イボアナゴ
7. *Haliotis (Sanhaliotis) crebrisculpta* Sowerby チリメンアナゴ
8. *Haliotis (Sanhaliotis) japonica* Reeve トコブシ
9. *Haliotis (Padollus) ovina* Gmelin マアナゴ

これらの内 *asinina*, *varia*, *crebrisculpta*, *ovina* の 4 種は熱帯或いは亜熱帯性の種類で利用価値も少く形も矮小で現在南日本の一部にのみ棲息しその産額も極めて少い。

japonica はこれ等 4 種より遙かに北方迄分布しているが、形が小さく生産量も少いので結局産業上重要な種は *Euhaliotis* に属する *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 及び *kamtschatkana* の 4 大形種に限られる。

従つて一般にアワビと呼ばれている中にこの 4 種が区別されるが、その産業上の重要性を反映して古くから学者の関心を持たれ松原 (1882, 1883, 1885) 岸上 (1894, 1895) の研究を始めとして、田子 (1931)・内田・山本 (1942) の分布に関する研究、木下 (1927, 1934, 1936, 1937, 1947, 1949, 1950 等) のエゾアワビの産卵期・成長期・食性等に関するもの、岡村・妹尾 (1918,

1920) 殖田・岡田 (1939, 1941) の食餌海藻, 村山 (1935) の発生に関するもの等各般の研究が行われて来た。増殖対策としても採捕時期の制限, 禁漁区域の設定, 稚貝の保護, 漁法の制限, 投石に依る棲息面の拡大等が講ぜられ, 多少積極的な方法として親貝の移殖が行われているが移殖技術上の欠陥から失敗が多くて効果の見るべきものが少い。その理由は一にアワビが純外洋性の稍深部に産する種類であるために増殖の基礎と成るべき研究に困難が多く, それに基づいて考察された増殖施設も自然力に破壊されることが多く実現の頗る困難なことに起因する。

増殖の基礎と成るべき生活史も村山 (1935) によつてその初期のみが明らかにされたが, *gigantea* 1 種のみについて殻長 1 mm に達する迄の観察がなされたに過ぎない。その他の種類については生活史が不明であつたが, こゝに *discus*, *sieboldii* について幼貝を人工的に飼育することが出来た。それによつてこの 2 種の生活史を一層明らかにすることが出来たし, 幼生変態後の成長と餌料の問題についても研究を行つてこれの飼育に成功したので増殖対策樹立上に一歩を進めることが出来た。

又増殖の一法として北海道, 北陸沿岸産のエゾアワビを南方の暖流海区に移殖することが従来行われて来たが, 移殖技術上の欠陥と分類学上の基礎的裏付けが欠けていたために失敗が多くその効果が疑わしかつた。著者はこの点についても分類学的吟味を加へ従来疑義の多かつた本属について一応の解決を与へ同時に北方種の南方移殖に関する学問的裏付けを与えることが出来た。

本論文はかかる増殖上の基礎として緊要なる重要問題を論議したものであるが, アワビ増殖に關しては尙幾多の解明すべき問題が残つている。然しこの業績が増殖の基礎確立の上に多少共寄与し得る所があると信するので, こゝに従来の研究結果を一括し報告する次第である。尙本文に於いては特に *discus* を主な研究の対象としたが年産 130 万貫に達する本属中約 50 % はエゾアワビで, エゾアワビが本文で後述する通り *discus* の変種と結論される結果 *discus* を以つて本邦産アワビ中の最重要種と看做したことに因る。

本文に入るに先立ち懇篤なる指導助言を賜つた国立科学博物館庵浦技官, 東京水産大学田内森三郎教授, 三重県立大学岡田彌一郎教授に衷心より拜謝する。

尙研究の機会を与えられた東京水産大学堀重蔵, 故中井信隆両教授及び有益なる助言鞭撻を賜つた同大学稲葉伝三郎, 久保伊津男両教授, 京都大学松原喜代松教授, 宮崎大学寺尾新教授, 京都大学黒田徳米氏に深甚なる謝意を表すると共に, 研究上多大の援助を与えられた農林省水産講習所松井魁教授, 千葉県水産試験場の遠山宜雄技師, 故永見兼重技師, 菅原兼男技師及び東海区水産研究所竹村嘉夫技官に対し謝意を表明する。又試験動物飼育の勞に当られたる能重昇, 古川敬の諸氏に対し茲に敬意を表する。又米国北太平洋岸の *Halotis kamtschatkana* の採集につき特別の御援助を賜つた California Academy of Science の Dr. G. Dallas HANNA 及びこのこと

に関し仲介の勞を惜しまれなかつた Dr. John L. KASK, Dr. Sidney SHAPIRO 及び淡水区水産研究所長黒沼勝造技官に対し満腔の謝意を表する。

本研究の経費の一部は農林省国営試験費並びに文部省科学研究費に負うた。ここに記して謝意を表する次第である。

I 発生学的研究

Embryological studies

アワビは我国に於ける重要水産物の一つであるから夙に増殖方法が考えられ、明治 15 年 (1882) 既に松原が卵・精虫の略図を記載して産卵のことに及び、練木 (1882) も産卵に関する漁業者の言を報告し簡単なる解説を試みている。然し乍ら始めて実験的研究に入り八方手段を尽して努力したのは岸上 (1894, 1895) を以つて嚆矢とする。

岸上は分類・解剖・生態学各般に亘つて研究すると共に生殖器系統の構造についても概説している。更に氏は人工受精を企図し 1893 年～1894 年千葉県白浜及び静岡県川奈を根拠として大規模なる実験を行い、様々の努力工夫を重ねたにも不拘遂に不成功に終つたことを報告している。

かゝる失敗の主な原因はアワビの産卵期が採集困難な冬期に直直し完全成熟個体を材料として確保することの容易でないこと及び清澄で海水の疎通の良い環境に棲息するアワビを不可避免的に制約要素の多い実験環境に廣らすことによる生理的障害等にあるが、村山 (1935) は克くこの困難を排し遂に受精卵を得て大きな貢献をした。

然し乍ら村山 (1935) の報告は *H. gigantea* 1 種について発生後 6 週間、殻長 1 mm に達する迄の記録であり、未だ呼水孔の形成されぬ初期に終つている。

アワビ属の地理的分布は冒頭に述べた通り極めて広いが、発生に関する文献は日本のみならず諸外国に於いても実に寥々たるもので BOUTAN (1899), STEPHENSON (1924) の報告を見るに過ぎない。然かも STEPHENSON の報告は英仏海峡の Channel Island に棲息する *Halotis tuberculata* について産卵後 26 時間飼育し得た間に於ける trochophore の形態に関する小観察に過ぎず、BOUTAN の論文はやはり *H. tuberculata* について 10 数個に亘る幼生の図を掲げ比較的詳細に亘っているが、腹足類体制の不相称の成因という純形態学的立場からなされた観察でありその範囲も trochophore から成体貝殻形成開始迄に止まり呼水孔形成迄には至らず生活史を完成していない。

結局従來の報告では何れも呼水孔形成期に達せず BOUTAN も村山も同期以後の幼貝について天然採取の稚貝を以つて補足的観察を試みている。かゝる方法を採用する場合 Channel Island の如く、確實に *H. tuberculata* 1 種のみが分布する場合とは別として、日本本州中部の如く、*gigantea*, *sieboldii*, *discus* 及び *japonica* の 4 種を産する様な場合には夫等全種の発生学的研究を了し、各幼貝の標徴が把握されぬ限り、採取した天然産稚貝の同定は不可能であろう。

著者は 1942 年 11 月に降千葉県安房郡小湊に於て *H. discus* 及び *sieboldii* について発生学的研究を行い今日迄のところ後者については発生後 23 日間の飼育経過を観察したに過ぎない

が、前者 *discus* については発生後殻長約 2 cm に至る迄 1 年 1 箇月間飼育して生活史の略全貌を明らかにすることが出来た。

時恰かも今次大戦に跨り電力事情の逼迫、資材の不足、応召等幾多の隘路困難に当面し実験は困難を極めたが、前掲諸賢の絶大なるご後援とご協力に依り幸いにして本研究を取り纏め得るに至つた。*discus* については 1942, 1943, 1944, 1945, 1946 年に互り受精に成功、*sieboldii* については終戦後の諸事情緩和と共に 1950 年始めて成功したものである。尙観察を補足すべき点もあるし、増殖技術の立場より見た場合将来の研究に俟つべき多くのものを残すが、従来の研究結果を一括し敢えて報告する次第である。

材料及方法 Material and methods

gigantea は既に村山が報告しているので、こゝでは *discus* 及び *sieboldii* に研究の重点を置いたが、前述の通り *discus* を水産上の最重要種と看做したのでこれを取り上げて研究した。

実験を行つたのは千葉県安房郡小湊町にある東京水産大学小湊臨海実験所である。同地方のアワビ禁漁期は 9 月 15 日以降翌年 3 月 1 日迄であるから産卵期である 11~12 月に実験を行うためには少くとも材料採取後 1 箇月半以上の蓄養を余儀なくされる。従つて発生学的研究材料として理想的な材料を準備するためには、水温の低い産卵期に於いても自由に材料採取が出来ることが必要で、比較的深層に分布する *gigantea*, *sieboldii* では、特別に潜水夫を備へ上げる等一層の用意を必要とする。限られた予算内で研究を行う場合には先ずこのことが隘路となり、止むを得ず夏季の盛漁期に材料を入手し、刈り取つた餌料海藻を投与しつゝ極めて密度の高い状態で蓄養せざるを得ないが、そのために実験材料が不健康となることは発生実験上無影響とは言われず、このことが今日迄本研究を困難なものにしている一因をなすものと考えられる。

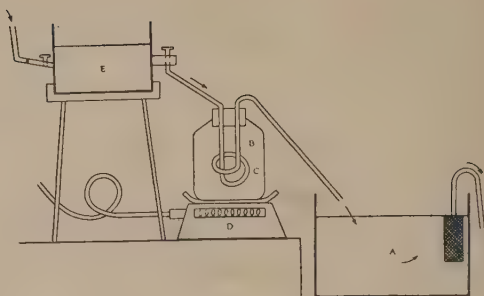
本研究に当つては成るべく禁漁直前に材料を入手することとし、入手後の蓄養には飼育密度・容器の設置位置等になし得る限り深甚の注意を払つて蓄養に依る弊害を最小限に止む様努力した。

産卵誘発に当つては生殖腺の外観上成熟していると思われる雌・雄各 1~2 個体を直径 33cm 高さ 16cm の円型硝子水槽（産卵槽）に收容して第 1 図の通りこれに注入する海水を適当に加温してから流入せしめ、主として温度刺激に依る誘発の方法をとつた。温度の調節は加熱槽中の蛇管の長さで流量で行つた。

産卵期の温度は第 2 図の通り気温が水温に比し低くなるので、放卵放精に成功して得たる受精卵の飼育には保温を必要とするが、止水状態の飼育槽を流水中に保つ方法が最も安全で且つ好成績であつた。飼育容器としては容積が夫々 6.9 立のガラス水槽を使用した。飼育密度は 10~12cc

に1個位が適当と考えられた。

discus, *sieboldii* 何れの場合も受精後 18 ~20 時間で trochophore として孵化し, 6 ~10 日で匍匐期に入るが, その間の浮游期幼生の餌料としては特別考慮することなく脱脂綿濾過海水を 1~2 日置きに交換したので, その中の浮游生物を餌料として摂取したものと

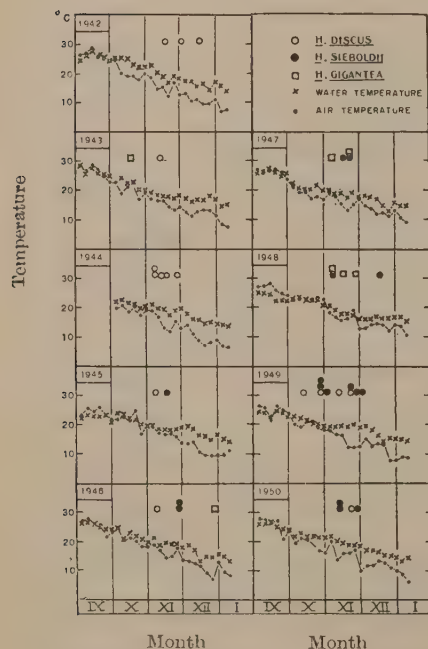


第1図 アワビ産卵誘発に用いた装置

- A. 産卵槽, B. 加熱槽, C. 硝子蛇管
D. 電熱器, E. 水量調節槽
(矢印は水の流れる方向を示す)

Text-fig. 1. Diagrammatic illustration of the arrangement used for the experiment to induce the spawning of *Haliotis*.

- A. Spawning aquarium
B. Water heating bottle
C. Spiral glass tube
D. Electric heater
E. Aquarium controlling volume of water



第2図 千葉県小湊に於けるアワビ産卵期各月(横軸)の水温と気温(縦軸)

○・●・□ は *H. discus*, *H. sieboldii* 及び *H. gigantea* 夫々の種が生殖素を放出した時期を示す

Text-fig. 2. Water temperature and air temperature during the spawning season of *Haliotis* in Kominato, Chiba Pref. ○・●・□ showing spawning of *discus*, *sieboldii* and *gigantea* respectively; temperature at five day intervals.

思われる。木炭・砂・礫等を用いた通常の濾過器で濾過した海水では、頭部のみ発達して velum の繊毛により活潑に游泳はするが貝殻の分泌不十分な畸形的幼生を生じなどして成績不良であつた。脱脂綿で濾過することは幼生が 0.2~0.3 mm の小形であるからそれ以上的大型浮游生物に依る喰害を避けるためであるが、往々にして脱脂綿の繊維が濾過水中に混入し、これに多数幼生の繊毛が纏絡し、運動不能の個体を生ずることがあるので脱脂綿をミューラーガーゼの上にのせて、漏斗中に装置し好結果を得た。

discus の場合幼生は著しい趨光性を有するので換水にはこの性質を利用して水槽の一方に幼生を集め他方の水を換水する様にした。

本研究の如き小規模実験の域を脱し、種苗生産の産業的段階に入つた場合には当然餌料微生物

の純粹培養を行い、以つて飼育密度の増加と飼育操作の能率化を図らねばならないが、今井等がカキ(1949)・ウバガイ(1942)・アサリ、ハマグリ(1942)・アカザラ(1944)・ナマコ(1950)等に於いて成功を収めた無色鞭毛虫 *Monas sp.* は *H. discus* の場合にも餌料として適用し得ることがわかつた。この問題に関しては将来に於いて研究を行う予定である。

匍匐期幼生の餌料としては予め内壁に *Navicula*, *Nitzschia* 等附着性硅藻を繁殖させたガラス水槽を準備し、之に幼生を移してその硅藻を餌料とし 1~2 日毎に換水した。匍匐期に入つてからは海水の交換は容易であるが容器の交換・観察等のため幼生を剥離することが困難でピペットで吸い取ればその内面に附着し、且つ附着すれば容易に押し出し得ず苦心した。これがため 1950 年に於ける *sieboldii* の場合には顕微鏡の鏡筒を飼育槽の側面又は下面に直角に装置し飼育槽内壁に付着する幼生を直接外部から観察する方法をとつた。

研究 成 果 Results obtained

(A) 産卵期及びそれに伴う親貝の移動 Spawning season and migration of adult

アワビの産卵期は地方により異なる。北海道産エゾアワビについては大野(1932)が 7 月下旬~11 月下旬で地方的にその範囲内で多少時期にズレのあることを報告し、木下(1950)はその時期の水温を 20°C と記載している。宮城県、岩手県に於いても夫々 8 月上旬~10 月下旬、7 月下旬~11 月上旬と報告されている。

これに対し *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 等純暖流海区に棲息するものでは稍遅れて産卵し、岸上(1894)は 11 月中旬~12 月初旬、日暮(1934)は 10 月~12 月と記載している。千葉県小湊に於て著者が本研究を遂行中人為的又は自然的に放卵又は放精を実見した記録を一括し、図示すれば第 2 図の通りで、この附近に於ける産卵期は 10 月中旬~12 月下旬に亘り、盛期は 11 月と考えられる。尙これ等 3 種の内、種に依る産卵期の相違は不明瞭で略々同一と考えられる。図中水温及び気温は 5 日毎の移動平均値を以つて示されているが、その水温の変化と産卵の關係を見るとその値が 20°C に低下したとき産卵の開始される傾向がうかがわれる。爾後に於ける産卵期の水温は 20~15°C であるが、これを同期の気温と比較すると遙かに高温なので前述した通り受精卵の室内飼育には保温の設備を必要とする。

エゾアワビとこれ等純暖流海区に産するものでは産卵期が稍々異なるが、20°C という産卵初期の水温が木下(1950)の示したエゾアワビの場合とその温度の一致することは興味ある点と思われる。

産卵のため親貝が深淺移動を行うことは岸上(1894)が「房州地方にては期節によりて棲息場所に差異あるを見ざれども奥州地方にては夏期に至れば深所より青貝と称する老介の淺所へ来る

と見るという』と記載し、エゾアワビに関するこの事実を述べている。第3図は千葉県安房郡布良に於いて海女の採集した所謂磯鮑の重量組成を1936~1940年度につき解禁中の月別に集計したものであるが、略々この現象がうかが

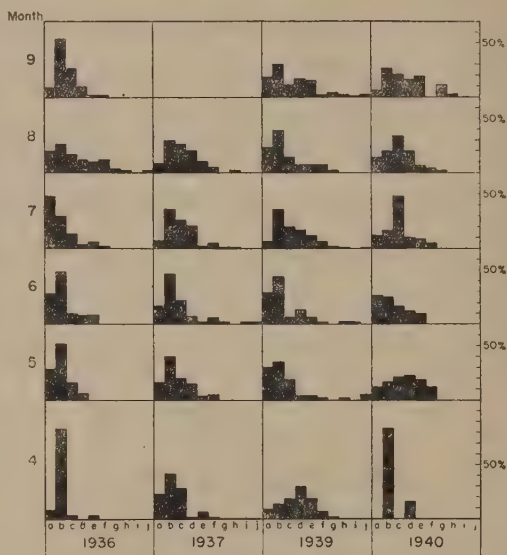
われる。この図は漁獲統計の各人各自の漁獲貫数と漁獲個数から得た鮑の平均体重を50匁毎に区分し、各区の個体数を月別に集計してその月の総漁獲個数に対する百分率を示したもので各年共4月解禁後漁期の進むにつれて大きい個体の漁獲される傾向が見られる。これを1936, 1937, 1939, 1940年の4ヶ年を通じ各月毎の平均体重を求めると、第1表の通りで、4~6月145~152匁(544~570 gr)のものが7月以降急激に大きい個体がとれ出して171~178匁(642~667 gr)に増加する。

普通に考えれば4月解禁になると、大形のもの程発見され易い筈であるから大きいもの程先に捕れ、漸次小形となる筈である。然るに実際は上述の通り逆の傾向をとり、漁期の前半には比較的小形のものが多くとれ後半では大形個体が多く漁獲される。

第1表 千葉県布良沿岸 10m 以浅に於いて裸潜により採捕されたアワビ平均体重の季節的变化

Table 1. Monthly change in mean weight of abalones collected during 1936-1940 by divers at Mera, Chiba Pref.

月 Month	調査個数 No. of individuals	平均体重 Mean weight in gr.	標準偏差 Standard deviation in gr.
4	188	570	159
5	456	570	199
6	356	545	207
7	524	642	212
8	627	667	269
9	253	670	275



第3図 千葉県安房郡布良(10m 以浅)に於いて海女の採捕したアワビ体重の月別変化(a, b, c……は夫々0-50, 50-100, 100-150匁……毎の体重区分を示す)
Text-fig. 3. Size-frequency histograms (in percentage) of *Haliotis* collected at Mera, Chiba Pref. a, b, c, …… j denote each class weighing 0-50, 50-100, 100-150……450-500 momme respectively. (Momme=0.132ounce)

この理由を考える場合自分の呼吸の許す範囲の短時間内に潜水した人間が潜水眼鏡を通してアワビを探し、磯金(鮑を捕獲する鉄製漁具)でアワビを岩面から剝離して素手でとるという原始的漁業形式では海況とそれに伴う漁夫の生理的状态の変化による作業難易をも考慮しなければならぬが、アワビ自体の生態学的理由も十分考慮される理由がある。

即ち食性の項に於いて後述する通りア

ワビの摂餌量の変化、体重の増減及び産卵習性の点から考えると 12 月産卵期の終期以降 6 月迄は食欲旺盛で重量の増加も顕著であるが、7 月には急激に食欲減退して体重も減少し産卵期に入るので、7, 8 月は産卵に先行する生理的変調期と看做される。こうした生態学的根拠から考えると 7 月以降に於いて急激に大形個体が捕獲され易くなるという現象は大形の成熟個体が産卵に伴う生理的変調と共に海女の通常操業水深より深い層から浅層への移動又は捕獲し難い岩礁間の裂罅等から表面への移動を示すもので、一種の産卵行動と考えられる。

(B) 放卵放精 Spawning phenomena

アワビは通常雌雄異体で生殖腺は体の右後方、胃及び肝臓を包む様に発達し成熟期に達し、生殖腺が成熟すると雌は深緑色、雄は淡黄色又は黄白色を呈する。稀に雌雄同体のものを産出することは村山 (1935) が述べているが極めて稀な例外であつて、筆者は如何なる種類についても発見したことがない。欧洲産の *H. tuberculata* についても始め CUVIER (1817) が雌雄同体であると報告したが、CROFT (1923) がこれを否定し雌雄異体であると記載している。

生殖素は CROFT (1923) が *H. tuberculata* について又 PALMAR (1907) が米国産の *H. rufescens* 及び *H. cracherodii* について述べた様に一旦右腎臓 (right renal organ) に入り、鰓の基部左側にあるその右腎臓の外孔から鰓室に出で鰓室の背部に開口する呼水孔から外部に排出される。

岸上 (1895) は 1893 年 12 月 23 日千葉県安房郡根本に於いて人工受精を試み、卵子の 2~5 個に分裂したものを得たが、それ以上分裂が進まず失敗に終つたことを報告している。岸上はその方法については詳述していないが *Ostrea*, *Venerupis* 等の二枚貝で普通に行われる様に成熟した両性生殖素を圧出して硝子器の中で受精させた様子が窺われる。筆者も幾度かこの方法を繰り返したが失敗に帰した。村山 (1935) は成熟した雌を收容した水槽中に成熟した雄から得た精液を添加することに依り受精卵を得ているが、筆者は主として温度の上昇に依り産卵を誘発し、pH の上昇によつても産卵を誘発することが出来た。然し乍ら第 2 図に示した様に 30 数回に亘つて放卵或いは放精の機会に接しながら、その総べての機会に於いて必ずしも受精卵を得爾後の発生学的研究を行い得なかつたのは一に完全に成熟した雌雄両個体を同時に放卵放精させることの困難さに起因した。

完全に成熟した個体は極めて簡単な機械的刺激に依つても産卵が誘発されるので、1938 年 12 月 16 日 *H. sieboldii* の 1 個を蓄養竹籠より取り出した瞬間放精せる事実もあるし (中村秀也のメモによる) 筆者は 1941 年 10 月 16 日やはり *sieboldii* (殻長 11.8 cm) の水族槽に飼育中のものを実験室に移し解剖皿に載せ、海水を滴下させた処放卵を始め、これを水槽に移しても暫らくは放卵を中止しなかつた。実験中この様な現象は往々にして見られるが、雌雄双方について同時

にそうした機会に恵まれることは頗る困難であり、温度刺激によつて産卵を誘発させる場合でも雌が見事に卵を放出しても雄が放精しなかつたり、逆に水槽一杯に放精が見られても雌は放卵せぬ場合が多い。村山の報告した様に完全に成熟した雌のみを入れた水槽に成熟した雄を入れると言つても、その方法で 100% 受精卵を得ることは恐らく望み得ないことであろうと思われる。こうした困難を解決し受精方法を確実化するには、今後生殖細胞の細胞学的研究、産卵機構の生理学的研究等を綿密に行う必要があるが、同時に多数の個体を扱つて雌雄両性の適当なる組合せを得る確率を増すことも一法であつて、将来に於ける研究規模の拡大が要望される所以である。

温度刺激により産卵が誘発された場合の例は第 2 表の通りで、実験的にはこの表に示す様に温度の上昇に依つてのみ産卵誘発に成功し、低温刺激の実験では 1 回も放卵放精を見なかつた。然し 5~6 時間温度上昇の実験を継続して不成功に終つた後材料を 13~14°C の自然海水に還元した場合数時間後に放卵放精を見た例もあるので、低温刺激についても将来一層研究の余地がある。生殖素の放出に当つては雌雄共貝殻を一旦扛起し急激に筋肉を収縮させてその勢いで後方に近い 1~2 の呼吸孔から間歇的に生殖素を噴出するが、産卵を開始すると換水、水温の変化、その他の刺激を与えても容易に放出を中止せず、卵の場合には産卵槽中一杯に緑色の卵が拡散するため母貝の存在さえ透視出来ぬ様になることがある。1 回の産卵量はある場合には *sieboldii* で 140,000 を算えた。

第 2 表 温度上昇刺激に依るアワビの産卵誘発実験例
Table 2. Spawning of abalone promoted by the stimulation of warmer waters

種 類 Species	月 日 Date	水温 Water temperature		放出迄の時間 Time elapsed till spawning (min.)		受精成否 Result
		自 然 Natural (°C)	加 温 Heated (°C)	♀	♂	
<i>discus</i>	1942-11-19	18.0	22.7-23.5	110	80	+
"	1943-11-11	18.6	27.0-27.5	90	65	+
"	1944-11-5	20.2	27.8-29.0	120	150	-
"	1944-11-6	19.8	27.4-28.2	135	120	-
<i>sieboldii</i>	1949-10-27	18.8	20.4-25.9	12	77	-
"	1949-10-29	21.4	22.9-24.6	6	20	-

卵は沈性卵であるから一旦放出されてもやがて水底に沈澱するが、精子の方は細く白煙状に立ち上り、余程多量に放出されぬ限り時間が経過しては発見が難かしい。漁夫が産卵期に於いて時にアワビが白色の煙を噴くのを見るというのは、水底であるため緑色をした卵の方は放出しても認め得ず、白色の放精現象のみを認める結果であろう。

(C) 生殖素の性状 Character of reproductive cells

1. 卵

産卵前に於けるアワビの卵細胞は少くとも二様あつて未熟の内はパラフィン切片に於いて直

径40~70 μ で、形円く好塩基性で卵胞上皮から葡萄状に分枝し、各卵細胞は直接相密着しているものが多い。これに対し、産卵期に於いて成熟した卵細胞はパラフィン切片に於いて測つた長径が100~270 μ となり、周囲の圧迫のため多くは多面体をなし或いは球形をなして、その細長き柄部を以つて卵胞上皮に連結せられ、好酸性の顆粒が一面に瀰漫し各卵細胞の外圍は厚い寒天質で包まれている。

放出された卵は厚い寒天質で包まれ正しい球形をなし、沈性卵で通常は互に粘着せず遊離しているが、人為的に放卵を誘発させた場合には、短円筒、糞状に塊まつて排出されることもある。卵の大きさは第3表の通りで濃緑色を呈するが、植物極の方が稍々薄く動物極の方が濃い。卵膜の外圍には更に径 0.4~0.5mm の厚い寒天質 (gelatinous coating) が圍繞し、これは幼生が孵化する迄存在する場合がある。

第3表 種に依るアワビ成熟卵卵径の比較

Table 3. Comparison of diameter of matured eggs in various abalones.

種 類 Species 直 径 Diameter (mm)	<i>discus</i>	<i>sieboldii</i>	<i>gigantea</i>	<i>japonica</i>
卵 黄 Yolk	0.18	0.18	0.18	0.16
卵膜を含めた卵径 Including egg membrane	0.22	0.217	0.225	0.28

岸上 (1874) は「卵膜に漏斗状の珠孔 (micropile) あり精蟲の進入する道なり」と記載し図解しているが、筆者はこれを認めることが出来なかつた。たゞ *discus* に於いて観察した所に依ると、上述した gelatinous coating の一部、多くは植物極に於いて外部から coating を横切り、卵軸の方向に直進する一条の細線を認めた。その状態は岸上の図解する所と類似するも、卵門に非ずして卵母細胞が卵巢上皮に附着していた場所の痕跡ではないかと考えられる。

受精卵は精蟲の侵入と同時に海水を吸収して卵表面と卵膜との間に囲卵腔 (perivitelline space) を生ずる。その程度は種に依つて異なり、第4表の通り *sieboldii* では広濶であるが、*discus* では殆んど差がない。村山 (1935) の観察に依ると *gigantea* では *sieboldii* と略々同様の間隙を生ずるので、この点から之等3種の類縁関係を考察すると、*discus* は他の2種と稍々類縁関係を異にした種の様に考えられる。

2. 精 子

精子は未熟の場合は尾部を欠き、精巢中に円形の顆粒として認められるが、成熟して放出されたときには、頭部・中片・尾部の区別を生ずる。頭部は細長い円錐形をなし、前端には尖鋭なる acrosome (尖体) あり、中片は頭部より稍々長く約 50 μ で、之により水中を活潑に游泳する。*gigantea*, *sieboldii*, *discus* の種類によつては大いさ形状に大差がない。

然し精子の海水中に於ける温度・鹹度に対する

抵抗力には若干の相異が

認められた。用いた材料

は殻長 13.6~15.2cm の

範囲の上記 3 種で、親貝

の精巢を傷つけ漏出する

第 4 表 種によるアワビ受精卵々径の比較
Table 4. Comparison of diameter of fertilized egg
in various abalones.

種 類 Species	研 究 者 Author	受 精 卵 の 卵 径 Diameter of fertilized egg (mm)
<i>discus</i>	INO	0.23
<i>sieboldii</i>	INO	0.28
<i>gigantea</i>	MURAYAMA(1935)	0.27

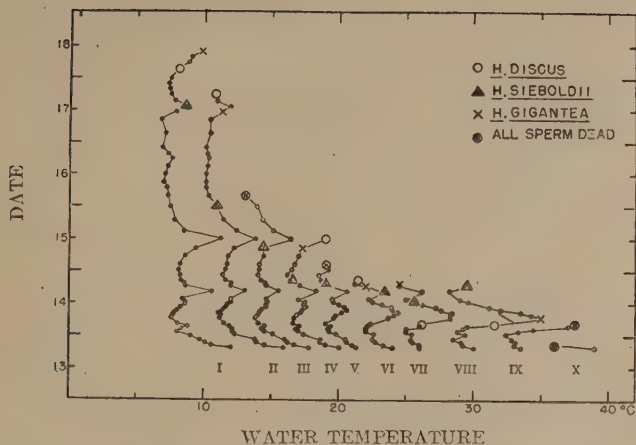
精液をシャーレに受け混和後ピペットにて 60cc 容硝子瓶に 30cc 宛 34.6‰ の貯蔵海水を入れた中に 4 滴宛滴下攪拌し、これを予め準備した田内式恒温槽に收容し、各温度に於ける 3 種精虫の生存日数を調べた。実験は 1948 年 12 月 13 日~12 月 18 日及び 1948 年 12 月 20 日~1949 年 1 月 1 日の 2 回に亘り行つたが、停電が多く温度の調節には困難を極め温度の差の大きいのは免れなかつた。結果は第 4 図及び第 5 図に示す通りで何れの場合にも 12~13°C 以下の低温に対し強く高温に弱い。又 *sieboldii* は高温に強く低温に弱いが逆に *discus* は高温に弱く低温に強い傾向があり *gigantea* は両者の中間的傾向をもつことが分る。最大生存日数は *discus* の 11 日半であつた。

又第 2 回実験に於いては 34.6‰ の保存海水を淡水で稀釈して 29.1‰ とし、これを図に示すⅢ, V, VII の各水槽中で比較試験したが *gigantea*, *sieboldii* では稀釈海水の方が生存日数を減ずるのに比し、*discus* は逆に生存日数を増す傾向が見られた。*discus* がこの点から見ても、低温低比重に対して特に抵抗力の強いことは後述する本種の地理的分布上の問題と関連し極めて興味ある事実である。

(D) 発生経過 General sketch of development

I. *H. discus* の発生 Development in *Haliotis discus*

受精卵は 16~17°C の温度では受精後 7~8 分で第一極体を、続いて第二極体を放出するが、村田も指摘した通り往々にして第一極体のみのものを見かける(第 1 図版・第 1 図)。受精後 1 時間 40 分にして第 1 分裂が起り、卵軸を含む平面に沿ひ二分されるが(第 1 図版・第 2 図)、2 時間後には第 1 分裂面と直角の位置に於いて、やはり卵軸を含んだ面で分裂し第 2 分裂が行なわれる(第 1 図版・第 3 図)。第 3 分裂は先の分裂面に直角で分裂面は赤道面に一致するが、分裂面が少しく動物極に偏するためこゝに始めて大小分割球の別を生じ、而かも動物極に並ぶ小分割球は互に正しく上下の位置に重なり左旋して左斜の位置をとる(第 1 図版・第 4, 5 図)。第 4 分裂は 5 時間後に行われ左旋的に分裂が行われる(第 1 図版・第 6 図及び第 2 図版・第 6 図)。6~7 時間後には桑椹期(morula stage)に達し(第 2 図版・第 2, 3 図)、12 時間後には胚胚期(blastula stage)



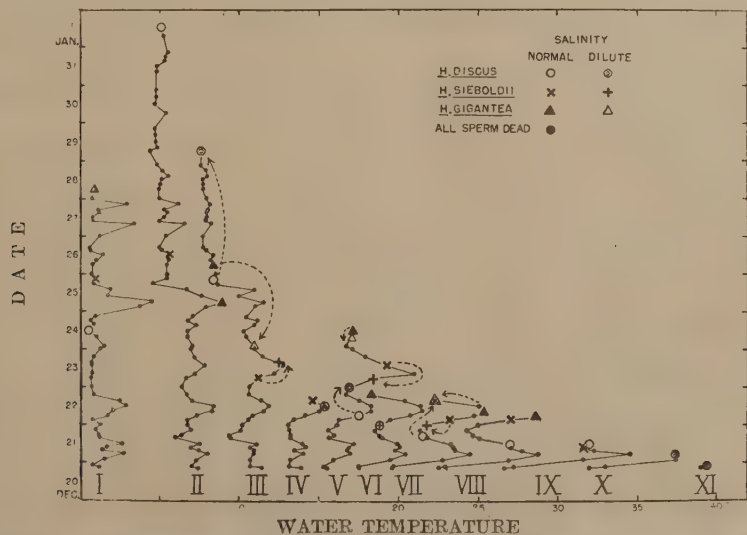
第4図 アワビ属重要種の精虫生存日数(縦軸)と海水温度(横軸)との関係

(小黑点は水温, その他の記号は夫々の種の精虫が死滅した点を示す)

Text-fig. 4. Comparison of sperm activity of *Haliotis discus*, *H. sieboldii* and *H. gigantea* in sea water having various temperatures. Roman numerals show the thermostat control at each temperature.

Smaller black spot, water temperature; the other marks show point when sperm of each species died respectively.

を経て原腸期 (gastrula stage)に達する。gastrulaは稍々長形で動物極の色彩が濃く, 植物極の4大分割球は外漬 (epiboly) により完全に外部から認められぬ状態となる (第2図版・第4図)。13時間後には繊毛を生じ担輪子 (trochophore) となり, 卵膜中で廻転運動を始めるが, 17時間後には原担輪帯 (prototrochal girdle) の細胞群が極めて明瞭に分化し, 一方に殻腺 (shell gland) その反対側



第5図 アワビ属重要種の精虫生存日数と海水温度及び鹹度との関係 (小黑点は水温, その他の記号は上記各種の精虫が死滅した点, 矢印は鹹度の相違に伴う生存時間の変化を示す)

Text-fig. 5. Comparison of sperm activity of *Haliotis discus*, *H. sieboldii* and *H. gigantea* in sea water of different temperatures and salinities.

Dotted lines denote the difference of activities between normal and lower salinities. Roman numerals show the thermostat control at each temperature.

For marks see foot note of Text-fig. 4.

に原口 (stomodeum) を認める
ことが出来る。

第 5 表 *H. discus* の卵の孵化時間と水温

Table 5. Water temperature and the time required for the hatching of abalone eggs.

prototrochal girdle を形成 する細胞は 24 個で、その各細胞 の上半部には特に濃い緑色の 顆粒が多数集つて trochophore の形態を特徴づけている。gir- dle 上の繊毛は各細胞の底部近	水 温 Water temperature (°C)	孵化迄の所要時間 Time required for hatching	孵 化 月 日 Date hatched
	16.0~16.3	20 hours	1949-12-2
	17.4~18.2	16 "	1944-11-29
	17.5~19.0	17 "	1943-11-11
	18.5~19.1	16 "	1946-11-8
	22.5~23.5	13.5 "	1942-11-19

くから 40~50 本叢生しているが、繊毛は trochophore の頂部にも認められる。この頂部の繊毛所謂頂毛 (apical tuft) については BOUTAN (1899) も村山 (1935) も夫々 *H. tuberculata*, *H. gigantea* には認めずと報告している。

girdle 上の繊毛が長くなると共に廻転運動も次第に活潑となり、20 時間にして trochophore の形で孵化するが (第 2 図版・第 5 図), その時期の trochophore の大いさは幅 0.178mm, 縦長 0.20mm である。受精後孵化迄の時間は第 5 表の通り海水の温度によつて異なる。

孵化した trochophore は始め数時間は水底近くを緩やかに運動しているが、顕著な趨光性を有するので幼生飼育に当り、未受精卵又は死卵と区別したり換水したりする場合には光線を利用すると分離が容易である。

27~28 時間で shell gland は後背方に向つて透明な貝殻を分泌し始め、被面予期 (veliger stage) に達する (第 2 図版・第 6 図)。貝殻が増大すると共に、その内側には内臓囊 (visceral hump) の細胞が発達し始め、又頭部が稍く窪んで僅かに縮小し velum を形成する (第 3 図版・第 1~3 図)。この時期の材料を切片によつて見ると、消化管は U 字型に曲つて比較的大きい長柱状の細胞からなる足の組織を隔て、口と肛門が相対する。45~46 時間で体の捩れ (torsion) が起り、肛門は頭部後背面に位置する様になり、2 日半後には velum は二分してその各中央部に頭部触角の起源及び眼点を認め、足が発達してその背部に蓋 (operculum) を備え幼殻 (larval shell) が殆んど完成して体は貝殻の中に引き込み得る様になる (第 3 図版・第 4 図)。完成した larval shell の大いさは村山の報告によると *gigantea* では 0.36mm であるが、*discus* では最大径 0.29mm, 幅 0.16mm で、孵化後 2~3 日には 0.25mm で *gigantea* より遙かに小さい (第 6 図版・第 1~3 図)。又、殻表面の彫刻は細かく X 字型、Y 字型斑紋又は小点の密布したものであつて (第 6 図版・第 3 図)、後述する *sieboldii* (第 24 図版・第 4 図) とは若干様相を異にする。

その後次第に頭部触角伸長 (第 4 図版・第 1~2 図 3.5 日), 5 日目頃からは足の両側に上足触

角 (epipodial tentacle) の起源が分化し、これ迄は velum を上に水の中層又は水底を旋回しつつ運動するものゝ多かつたのが、足蹠面を底面に向けるものを多く認める様になり、6 日目からは匍匐し附着生活に入つた個体を見る様になる。7 日目には足の前部に剣状の小突起を生じ、耳石 (otolith) を認め、頭部触角に小突起を生ずる。又底棲生活に入つたものにはスポイトから射出する水流によつて剥離困難なものを生ずる様になる (第4図版・第3図)。8 日目に観察した処では 110 個の中浮游するもの 26 (24%)、底部匍匐 77 (70%)、又スポイトから射出する水流により剥離困難なもの 7 (6%) を算えた。

9 日頃から velum は萎縮し始め口に近い前端が触角状に突出し吻の形成が始まる (第4図版・第3図)。

10 日目には幼殻の大きさ 0.29mm に達し、足が発達して主として底部を匍匐するも飼育槽の側壁を匍い上る個体さえ生ずる様になる (第4図版・第4図)。

11 日目にして幼殻々口の右側に周口殻 (peristomal shell) を生ずるが、velum は退化して特徴的な緑色の色素褪色し、纖毛を失つて眼の部分が突出し眼柄の形をとる。又 velum 先端の突出部は相合して吻を形成し、緑色素は吻の周辺に特に多い。歯舌及び心臓の活動を認める (第5図版・第1図及び第6図版・第5図)。

13 日目 (第5図版・第2, 3, 4 図) には周口殻は殻口右縁部全部に亘つて形成され (第7図版・14 日目)、それ迄足蹠全面に亘つていた纖毛が前部にのみ残る状態となる。尙蓋は第6図版・第4図の通り正円で直径 0.124mm あり、中心が内側に稍々窪んで左巻の螺旋状細線を認めるが、13~15 日頃迄足の背面に存在する。この点につき村山は *gigantea* では底部匍匐と同時に蓋を失うと述べている。

受精後 16 日では周口殻は 0.17mm 位伸長して殻長 0.31mm に達し、殻表の彫刻が顯著となり、頭部触角の突起を増す (第8図版・第1, 2 図)。

周口殻は体の正中線の右側にのみ形成される結果、只殻全体が益々扁平となり 21 日後には殻長 0.42mm、35 日後には 0.54mm に達する (第9図版・第1~2 図)。軟体は 21 日頃から緑色素は胃部・吻・外套膜縁及び足縁にのみ僅かに認められて只殻も厚さを増す結果、肉眼では円形の白点としてのみ認められ、肝臓が僅かに黄色を帯びている。

32 日目には鰓室内に左本鰓の突起を認めるが、その反対側右眼柄の基部後方に特別な円形扁平の纖毛を突出した突起を認める様になる (第8図版・第3, 4 図 c.1.1)。これと略々同様の突起は 40 日目殻長 0.72mm のとき更に 1 個その後方に生じて (第10図版・第1, 2 図 c.1.2)、最初の呼水孔形成と共に消失し始め、第2番目の呼水孔形成時には認められない。この位置は只殻伸長方向の略々中央で呼水孔の形成される位置に一致し、呼水孔形成後吸収されて了う点及びそ

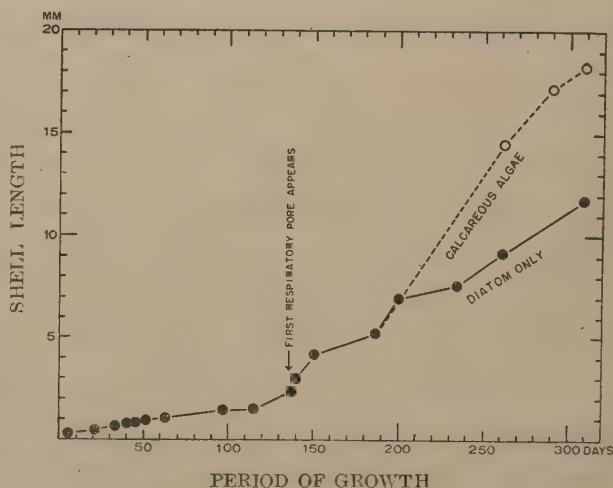
の纖毛の運動により盛んに水を左側から右方向に送っているのが観察される点から考えると、これ等の突起は明らかに呼吸と関係した器官であつて、呼水孔が形成され器能的に成る迄の間に於ける鰓室中の海水循環、特に排出に役立つものと考えられる。この器官については、*Haliotis* の發生過程に於いてこれ迄観察されたことがないので、特に Ciliary lobe (纖毛葉) と名づけておく。

上足突起は受精後 5 日にその起源を認めて以来左右一對であるが、この頃から数を増し 40 日目には 2~3 対となり、頭部触角は伸長して突起を増し、貝殻は径 0.73mm で全体円形に近く愈々白色化する。村山は *gigantea* では 4 週間後殻長 0.40mm のとき始めて 1 対の上足突起が現われると記載している。鰓室中の 左本鰓の突起は 2 個となるが、纖毛葉も右側に 2 個を生ずる。

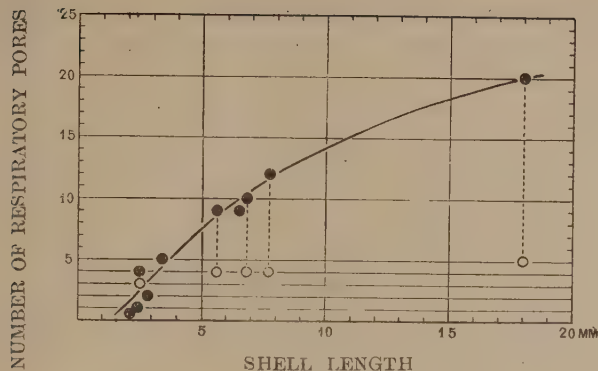
50 日目(第 11 図版)には上足突起 3~4 対となり、殻長 0.88mm (第 9 図版・第 4 図)、100 日後には上足突起 5~6 対、殻長 1.25~1.40mm となる。

最初の呼水孔が形成されるのは 130 日目頃殻長 2.3~2.5mm のときで、その頃の上足突起は 8~9 対あり、頭部触角は鞭状に延長し、肝臓部が白色の貝殻を通して紫色に認められる(第 12 図版)。呼水孔形成の時期に関しては、村山は天然状態から採取した 3.7mm の幼貝から判断し殻長 2.3mm 位のときであると記載しているが、その種は不明であるとしても大いさは略々一致する。歐洲産の *H. tuberculata* については BOUTAN (1899) が Port-Vendres 港内のブイから採集した 1.5mm の稚貝に 6 個の呼水孔を認め、CROFT (1929) は、やはり天然状態から採捕した 2.5mm の稚貝を図解し、これに 4 個の呼水孔を示している。BOUTAN の図から推察すると *tuberculata* では第 1 孔の形成される時期は殻長略々 1.5 mm のときで *discus* よりは遙かに早期である。

140 日目頃には、呼水孔 2 個形成されるが、殻長 3.0~3.15 mm で上足突起 10~12 対を算える。160 日後には殻長 3.7mm に達し、呼水孔 4 個を生ずるが 3 個を残し最初の 1 孔は閉鎖し



第 6 図 *Haliotis discus* の發生初期に於ける食餌と成長の關係
Text-fig. 6. Growth of young *Haliotis discus* in relation to diet.



第 7 図 *Haliotis discus* 幼貝の殻長と呼吸孔数との関係
(●呼吸孔総数 ○はその内の開いた孔数を示す)

Text-fig. 7. Relation between number of respiratory pores and shell size in young *Haliotis discus*.

● Total number of pores, ○ Number of pores opened

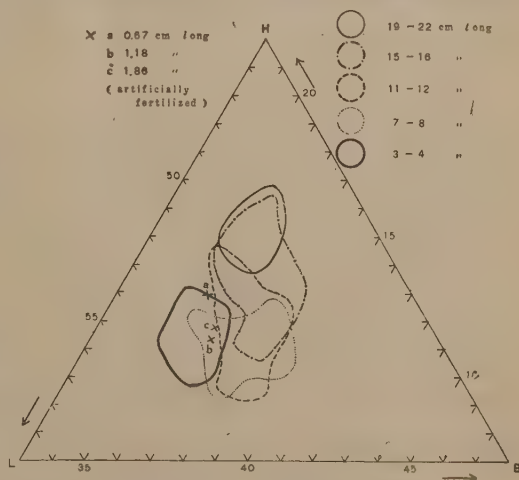
stomal shell 及び permanent shell (成体殻) を区別しているが, *discus* ではこの線に於いて何等顕著な変化を認めず連続的に貝殻が生成されている。

以上述べた貝殻の成長度は専ら硝子水槽内面に附着した硅藻類を餌料としたものであつて、これを総合すると第 6 図の通りであるが、187 日目に於いて殻長 5.3mm、殻幅 4.2mm のものを特に分離して石灰藻の密生した石塊上に着生せしめ海水を流しつゝ飼育したものでは、同図に示す通り爾後の成長が硅藻給餌のものに比し著しく良好であつた。この図でわかる通り、尙、呼吸孔形成後成長曲線の傾斜が急になることは注目すべき点である。

第 16 及び第 17 図版は附着硅藻のみ給餌の個体で、第 17 図版は産卵後 8 ケ月の貝殻、第 17 図版は 10.5 ケ月のものゝ生活状態を示したものである。

何れも呼吸孔列は著しく左偏し外観上貝殻の形態は殆んど成体と相違がないが、殻背の色彩は大部分汚白色で殻口近くに於いて僅かに淡緑色或いは淡紫紅色の斑紋を見る程度である。又、後者は 10.5 ケ月後に於いて殻長 6.7

上足突起は約 15 対に達する (第 14 及び第 15 図版)。内臓部は貝殻を通して紅紫色に見え、殻内面には始めて真珠光沢を認める様になる。その外観は村山の記載する天然状態から採捕した殻長 3.7mm のものの図と略々形態が一致するが、村山の図では第 1 孔を生ずる線に於いて不連続的な龜裂が写されている。この線を境界として村山は peri-



第 8 図 *Haliotis discus* の成長に伴う殻形 (殻長: 殻幅: 殻高関係) の変化を示す図

Text-fig. 8. Diagram showing the relation between the growth and the shell form of *Haliotis discus*.

mm, 殻幅 5.1mm に過ぎず成長が頗る悪いが、肉体は著しく分化が進んでいる。即ち上足触角は著しく数を増し、その触角間に上足突起を認め、眼柄延長し吻の構造も成体と殆んど同じで、又足背には黒色素が発達し始めている。

これに対して石灰藻を給餌したものは同じく 10 5 ヶ月後に於いて殻長 1.8cm, 殻幅 1.3cm に達し、第 18 図版の通り総ての点に於いて成体と全く変らず、殻長 5.3mm の時期に於いて硅藻給餌から環境を変じた緑が明瞭に殻背の色彩に依り弁別される。餌料の種類によつて貝殻の色彩の変化することは先に筆者がサバエについて報告したことゝ共に興味ある事実である(1949)。又第 18 図版によつても分かる通り、上足触角間に発達した上足突起はその上に更に剣状の突起が分枝してこの点に於ける *discus* の特徴が現われ始めているのが認められる。

成長に伴つて逐次呼吸孔数を増加するが、機能的な 3~4 個のみを残し、呼吸孔は逐次閉塞されて行くので、その関係は第 7 図に示した通りである。第 18 図版に示した 10.5 ヶ月後に於て殻長 1.8cm の個体は前述同様の環境で逐次石灰藻の附着した石塊を交換し飼育を続けたが、爾後の成長は悪く 1 年 1 ヶ月後、殻長 1.86 cm, 殻幅 1.32 cm に於いて斃死した。

貝殻の形態は成長に伴い変化を示し、殻長の増加に伴つて B/L 及び H/L の値を増すが、かく人工飼育により得られた稚貝を基準として爾後の成長傾向を殻長 3~4, 7~8, 11~12, 15~18 及び 19~22cm 毎に区分して殻長 : 殻幅 : 殻高関係を三角座標で示せば第 8 図の通りである。(分類学的研究の項参照)

増殖の問題を考究する場合貝殻の大きさ等から正確に年令を査定することは一つの重要な要素をなすものであるが、邦産アワビ属の発生については村山(1935)の *H. gigantea* に関する受精後 6 週間迄の報告を見るに過ぎず、第 1 令の大きさに疑問が存した。従つて、岡村、妹尾(1918, 1920)を始め各府県水産試験場等の成長度試験により成体の成長度は判つても、確実なる年令査定は不可能であつた。この研究により上述の様にクロ (*discus*) については実験室内で第 1 令の大きい殻長略く 1.8cm に達することが分かつたが、他方千葉県和田浦沖の大謀網浮竹から 1934 年 9 月 4 日採集した *H. gigantea* の稚貝 11 個を測定した結果は殻長 1.9~3.7cm, 平均 2.65cm であつた。これ等の稚貝は明らかに前年度 10~12 月の産卵期に発生した幼生が浮游期を終り漂着成長したものであるが、その最小の大きさ 1.9cm は筆者の実験室内飼育による稚貝の大きさ 1.8cm と略く一致している。大謀網浮竹上の海藻相はアワビの餌料という観点からすれば決して豊富とは言えないので、この実験環境と同様アワビの成長に対しては決して好適ではないから、アワビの棲息に適した天然岩礁上では満 1 年後には少くとも浮竹上で発見されたものゝ最大径 3.7cm 以上にはなる筈である。日暮(1934)は発生後 1 年で殻長 4 cm に達する旨述べているが、この大きさは恐らくは天然漁場で産卵期に採集した稚貝の大きさから推定したもので

あつて、筆者のかゝる見解から正鵠を得た値ということが出来よう。

II *H. sieboldii* の発生 Development in *Halotis sieboldii*

産卵後の初期発生経過は *discus* と殆んど同じで、卵の分裂は全割不等割で螺旋型 (spiral type) の分裂型を示す。受精卵に前述した通り海水を吸収して卵膜膨張し、径 0.28mm となり (第 19 図版・第 1 図) 1 又は 2 個の極体を分離する。その後の分裂は水温 16~18°C の状態で受精後 1 時間 40 分にして第一分裂 (第 19 図版・第 2 図), 2 時間にして第二分裂 (第 19 図版・第 3 図), 3 時間にして第三分裂 (第 19 図版・第 4 図), 5 時間にして第四分裂 (第 19 図版・第 5 図) が起つて 8 時間後 morula stage に達し (第 19 図版・第 6 図), 10 時間後 blastula stage となり全体の形が稍々長形に委する (第 20 図版・第 1, 2 図)。15 時間後には prototrochal girdle の細胞 24 個が明瞭に分化し girdle の細胞には繊毛を生じて trochophore となり、卵膜中を廻転し始める。又頂部に明瞭に頂毛を認める (第 19 図版・第 3 図)。

受精後 18 時間にして孵化するが体の腹面に stomodeum 背面に殻腺を認める (第 19 図版・第 4 図)。孵化した幼生は多少趨光性を有するが *discus* 程顕著でなく、主として水の中層を游泳する。trochophore の形態特に girdle 上の細胞の数・形・色素の分布状態に於いては *discus* との間に相違を認めなかつた。

trochophore は殻腺から分泌される貝殻が背方へ背方へと伸びる結果 24 時間後には形がより短い円筒形となり、前部中央 stomodeum の位置に僅かな陥没を認める。girdle と頂部との中間が次第に凹んで頭部の上面は平坦に近くなる。色彩は全面殆んど緑色であるが、特に girdle を形成する各細胞の上部 1/3 及び下縁が濃緑色で、分泌された貝殻部のみ内部が淡褐色をなす (第 20 図版・第 5, 6, 7 図)。

29 時間後には velum の上面一層平坦となり透明な貝殻が次第に背方に突出して筋肉組織の発達を認める様になり (第 21 図版・第 1 図), 35 時間後貝殻が 0.26mm 位になつた頃 (第 21 図版・第 2 図) 体の振れが起つて背面が 180° 方向を委え、足が急速に大きさを増して 42 時間後には蓋を生じ、2 日後 (第 21 図版・第 3, 4 図) には velum 二分し足の表面に繊毛の密生を後端には二本の剛毛を認める様になり、幼殻は殆んど完成して最大径 0.29mm となる。完成された幼殻の形態は第 24 図版・第 1, 2 図の通りで *discus* と大いさ、形には差異を認めないが、彫刻 (同第 4 図) が稍々異なる (第 6 図版・第 3 図参照)。又この頃から velum の girdle より生ずる長大な繊毛の根元に小繊毛を認めることが出来る様になり velum の中央にあつた頂毛は velum の二分と共に二分されて存続する。

2.5 日後 velum 上に眼点及び頭部触角の起源を認め (第 22 図版・第 1 図), 爾後次第に頭部触角伸長し (第 22 図版・第 2 図), 4 日後にはこれに分岐を生じて頭部後背面に繊毛帯 (鰓の起

源)を、足の両側背面には上足触角の起源を生じ、平衡胞 (otolith) を認める様になる。又この頃より底面を匍匐し出す(第22図版・第3図)。

5日目には velum の前端の細胞は矮小化し、透明な突起に變じ足部前端に剣状突起を生じ又頭部触角に突起を生ずる(第22図版・第4,5図)。第5図は velum 上の頂毛 (ap.t.), 唇の起源 (o.s.), 口 (mo.), 眼, 触角 (ceph.t.) 等の関係位置を背面から模式的に示したものである。この図及び同第2図に依つて判る通り、口は girdle 上の小繊毛と一連をなす繊毛群に依つて圍繞されているが、この構造から見ると、これ等小繊毛が食餌プランクトンの摂取に特別な仂らしきをもっている様に思われる。大繊毛の活潑な運動によつて惹起される海水の渦動と有機的に結びつき小繊毛が食物を口に送り込むため有効な作用をするのではなからうか。

6日目頃から底面のみならず器の側壁をも匍匐するものを生じ、スポイトより射出する水流では容易に剝離し得ぬ程附着力を増すが、7日目には殆んど全部匍匐生活に入り頭部触角の突起上に小剛毛を認める(第23図版・第1図)。

10日後には velum の色素褪色して前方から逐次吸収され、その前端相寄つて吻を形成し、この部にのみ緑色素を認める。又この頃から幼殻の右側に周口殻を生じ始め蓋を失うものが多くなる(第23図版・第2図)。蓋は discus と同様正円で中央が内側に稍々凹み左旋の螺旋細線を認める(第24図版・第3図)。

11日目には右眼柄の後方に ciliary lobe (繊毛葉) を認め、足蹠面の繊毛退化し前端のみに残る(第23図版・第2, 3, 4図)。

16日目には殻長 0.39mm に達し、歯舌の運動を認める様になり(第23図版・第5図), 20日目には殻長 0.42mm になるが、この時期に於ける只殻成長の状態は第25図版の通りである。

Ⅲ. 従来の報告特に *gigantea* との比較 Comparison with the other species reported

ここに報告した *discus*, *sieboldii* についての発生経過及び卵幼生の形態的特徴を従来報告された村山(1935)の *gigantea* と比較すると大要第6表の通りである。

この表に依つて分かる通り孵化時間・孵化幼生の匍匐時期等増殖上留意すべき諸点については *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 3種間に大差を認めないが、形態学的には頂毛、卵径、幼殻の大きい殻表の紋様等に顕著な相違が認められる。これらの諸点は分類学的にも重要な標徴と成るものであるが、これ等3種を DUNKER, SCHRENCK, LISCHKE 等の考えた様に同一種と看做すことは全く適当でない。

(E) 幼生の生態 Ecology of the larvae

アワビの卵が沈性卵で水温 16~18°C の場合 *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 何れの種も大体 18~22 時間にして trochophore として孵化し、爾後浮游生活を続けて 10 日以内には匍匐生活

第 6 表 *gigantea*, *sieboldii*, *discus* の発生学的比較

Table 6—Embryological comparison between *H. gigantea*, *H. sieboldii* and *H. discus*.

種 類 Species		<i>discus</i>	<i>sieboldii</i>	<i>gigantea</i>
著者 Author		Ino	Ino	Murayama (1935)
比較点 Points compared				
卵 及 び 幼 生 の 形 態 Form of egg and larvae	受精卵の卵径 Diameter of fertilized egg	0.23mm	0.28mm	0.27mm
	幼殻の大きさ Size of larval shell	0.29mm	0.29mm	0.36mm
	幼殻の紋様 Sculpture on larval shell	See Pl. VI, 3	See Pl. XXIV, 4	?
	頂毛 Apical tuft	See Pls. II & III	See Pls. XX, XXI & XXII	None
	蓋 Operculum	See Pl. VI, 4	See Pl. XXIV, 3	Semi-elliptical
	足剛毛 Pedal setae	?	See Pls. XXI & XXII	?
	纖毛葉 Ciliary lobes	See Pls. VIII X, XI & XII	See Pl. XXIII	?
発 生 経 過 Development	担輪子期 Trochophore stage	14 hours after spawning	15 hours	14 hours
	孵化時間 Time required for hatching	16~17°C, 20 hours	16~18°C, 18 hours	16~18°C, 21~22 hours
	体の捩れ Torsion	45~46 hours	35 hours	40~43 hours
	眼・触角の出現 Appearance of eyes and cephalic tentacles	2.5 days	2.5 days	10 days
	上足出現 Appearance of epipodes	5 days	4 days	23 days
	匍匐迄の時間 Time elapsed till creeping	6~10 days	4~7 days	7~10 days
	周口殻出現 Appearance of peristomal shell	10~11 days	10 days	10 days

に移行することは前述した通りである。これ等初期幼生の生態を知悉することは増殖対策研究上の重要な基礎をなすものなので特に章を改めて述べる。各種について幼生を得ること未だかなり困難な今日、この点について綿密な実験を行い正確なる結論を得るためには将来に於ける一層の研究を必要とするが従來の観察結果を取纏め参考に資する。

I 趨 性 Taxis

孵化した担輪子期幼生 (trochophore) は趨光性を有し *discus* では特に顯著である。これがため孵化幼生を産卵後未受精卵或いは死卵と分離する場合又は飼育槽の換水を行う場合等には器の一方に光線をあてればその方向に幼生を密集させることとなり、分離は極めて容易であつた。

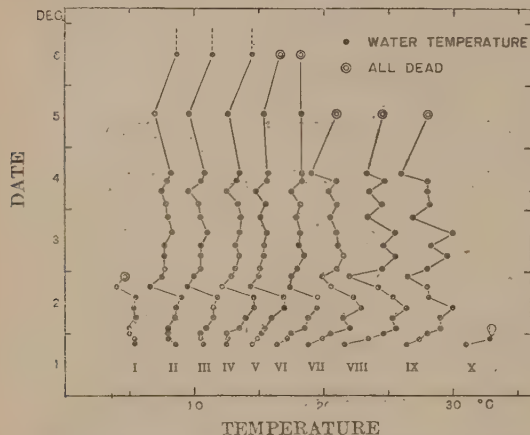
これに対し *sieboldii* は趨光性が左程顯著でなく分離に稍々困難を感じた。*gigantea* に関しては、村山は記載していないが、これまで屢々述べた3者の生態的連関の立場から將來の比較研

究を要する点と考える。

II 適温範囲 Optimum temperature for the larvae

産卵後 35 時間で貝殻が背部に凸出し始めた *sieboldii* の幼生 (第 21 図版・第 2 図) を材料として、田内式恒温槽を用い外囲の温度に対する抵抗力試験を行つた。

使用海水は 1.025 (δ_{15}) の貯蔵海水で 100cc 容円筒形硝子管に 20 個宛幼生を收容した。毎日



第 9 図 種々なる温度に於ける *H. sieboldii* 幼生の生存日数
Text-fig. 9. Survival of the larvae of *H. sieboldii* in the waters of various temperatures.

Roman numerals show the thermostat control at each temperature.

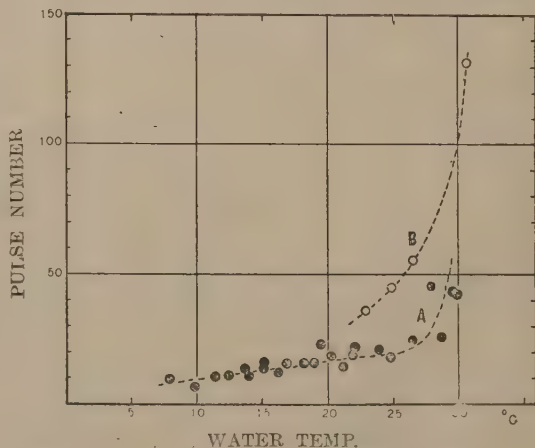
殻長 0.39mm の *sieboldii* の匏匏期幼生による心臓搏動数と温度との関係に関する実験に於いても略々同様であつた。この実験は幼生飼育槽の壁に直角に顕微鏡の鏡筒を装置し、槽外から壁に附着する匏匏期幼生の心臓搏動数を直接測定したものである。

温度は幼生を斃死させぬ範囲で室温 8°C 以上 30.8°C 以内で変化させたが、実験結果は第 10 図の通りである。この図でわかる通り水温 8~27°C の範囲では搏動数は温度が上昇するも殆んど大なる変化を示さず、直線的に増加し

数回検査して生活状態を調べ、各槽の全個体斃死時間と温度との関係を図示すれば第 9 図の通りである。

使用海水は換水せず無給餌で行つたため成長は悪かつたが大体の傾向は知ることが出来る。即ち平均温度 32.4°C (X 号槽) では 8 時間、平均温度 5.1°C (I 号槽) では 24 時間にして夫々斃死し、平均温度 7.8°C (II 号槽)、28.0°C (K 号槽) の範囲では一樣にかなりの抵抗力を示すが特に 13.3°C 以下の低温に強い傾向が示される。

この温度に対する抵抗力の関係は



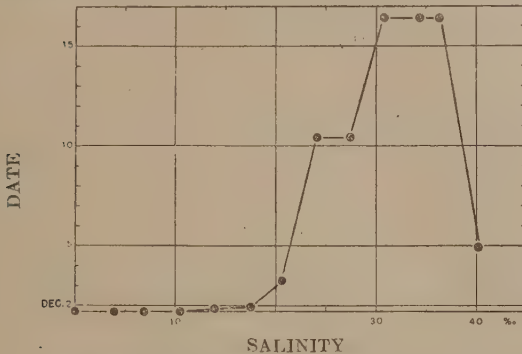
第 10 図 *Haliotis sieboldii* 匏匏期幼生 (0.39mm) の心臓搏動数と海水温度との関係

Text-fig. 10. Relation between water temperature and heart pulsations of young (0.39 mm long) *Haliotis sieboldii*.

28~29°C を越えると急激に増加する(第 10 図A)。30.5~30.8°C では平均搏動数 131 (105~148) を示し、温度を常温に戻す過程に於ては図に示す B の傾向を辿つて常態に復し、斃死に至らなかった。これ等の事実によつてわかる通り幼生の適温範囲は割合に広く 8~23°C ということが出来る。

III 適比重範囲 Optimum salinity for the larvae

この場合にも産卵後 35 時間を経過した *sieboldii* の veliger 幼生を用い実験を行つた。使用海水は比重 $\delta_{15}=1.0255$ ($S=34.7\%$) の貯蔵海水を基準とし、之れを淡水で稀釈し、又又日で



第 11 図 種々なる鹹度に於ける *Haliotis sieboldii* 幼生の生存日数

Text-fig. 11. Survival of the larvae of *H. sieboldii* in the waters of various salinities.

又高鹹度の分としては 40.2 ‰ ($\delta_{15}=1.030$) でも相当活潑に游泳し 2.5 日後斃死した。

結局適比重の範囲は 24.1~36.3 ‰ ($\delta_{15}=1.017\sim1.027$) であつて、特に 30.8~36.3 ‰ ($\delta_{15}=1.022\sim1.027$) の範囲が好適である様に考えられる。

この様に鹹度の点から見ても温度と同様生活可能範囲が相当に広く特に低鹹度に対しても割合に抵抗力をもつことは幼生の浮游性と関連し興味ある事実と考えられる。この実験に於ても換水せず無給餌としたため 10~16 日後に於ても velum は消失するも peristomal shell は形成されなかつた。

IV 匍匐速度 Speed of locomotion in early creeping stage

産卵後 15 日における *sieboldii* の匍匐期幼生(殻長 0.39mm) を用い slide glass 上に匍匐させ、その運動経路を camera lucida で紙上に記録し、その運動距離を間接に測定した結果は第 7 表の通りで最大速

蒸発させて高塩分濃度の海水を作り、第 11 図に示す様な 13 階級の濃度を得て、その各 40 cc を入れた円筒形硝子管中に幼生 20 個宛を收容して、全個体の斃死時間を比較した。図に示す通り鹹度 20.5 ‰ ($\delta_{15}=1.014$) 以下では 2 日以内に悉く斃死し、殊に 13.9 ‰ ($\delta_{15}=1.009$) 以下では收容後殆んど纖毛を動かさず、或いは直後原形質分離を起して 1 時間以内に斃死した。

第 7 表 *H. sieboldii* 匍匐期初期幼生の硝子面上に於ける速度

Table 7. Speed of locomotion on glass surface of larvae in creeping stage of *H. sieboldii*.

個体番号 Individual number	実験回数 No. of experiment	平均速度 Averagespeed cm/minute
1	4	2.46
2	2	2.26
3	4	1.79
4	1	3.52
5	1	3.18
6	1	2.50

度毎分 3.72cm 平均 2.36cm であつた。これを時速に換算すれば最大速度 2.23m となる。

この点は後述する *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 3 種相互間の生態的相違という観点からも研究を要する点である。

II 食性に関する研究

Studies on the food habit

日本産アワビ属の食性に関し始めて研究を行つたのは岸上 (1894・1895) で、氏は消化管の構造の概略を記述し褐藻類特にカジメが重要な餌料であることを認め、カジメの成長についても言及している。褐藻類が主餌料であることは、漁業当事者の長年の経験からも普く知られた処で、褐藻類の濫採がアワビ資源の衰退を招来した事例は各所に見られるが (猪野 1937), 岡村・妹尾 (1918, 1920) は千葉県館山湾に於けるアワビの成長度試験の結果から冬期褐藻類の繁茂する時期に於ては成長頗る旺盛で、褐藻類の繁茂しない夏期には成長停止又は体重の減量することを明かにしている。

後、木下 (1934) はエゾアワビの給餌試験から紅藻類のツノマタも体重を保持する程度の餌料価値はあることを述べ、殖田・岡田 (1939, 1941) は各地産アワビの消化管内容物を調査してアラメ、ホンダワラの他タバコグサ、アミデグサ、スガモ等を検出している。

外国産の種に関しては *H. tuberculata* について WEGMANN (1884)・CROFT (1929) 等が消化管の構造について精細な研究を行つているが、餌料の問題については組織的な研究が少く、STEPHENSON (1924) は褐藻類が主餌料であるが、種々の観察からすると雑食性でもあることを述べ、CROFT (1929) は成体が *Delesseria*, *Griffithsia* 等の紅藻類を食し数耗の幼貝は *Corallina*, *Lithothamnion* を食うと述べているに過ぎない。

消化器管の構造は食性研究上重要な問題であるが、従来日本産のものについては精細な研究が行われていないので、こゝに解剖学的特徴を明にし、併せて餌料と成長の関係について実験の結果を述べる。

材料及方法 Material and methods

解剖用材料としては千葉県夷隅郡鵜原湾にて5月及び8月採取した殻長 14.7~16.6 cm のもので主として *Halotis discus* を用いた。

材料は 70% Alcohol formalin の混合液に浸漬し、組織用標本は Bouin's solution で固定し、paraffin 切片法により 5~7 μ の切片を製し、染色は Delafield-haematoxylin 及び Eosine で染色した。

餌料と成長との関係に関する実験は東京水産大学小湊臨海実験所で行つたもので、材料として同地方産 *Halotis discus* を用い餌料としては *Eisenia bicyclis* アラメを投与した。餌料は適時適当量刈取り秤量後投与して一定期間後引揚げて再び秤量し、平均摂餌量として次の値を求め

た。

$$\frac{F_1 - F_2}{T \times N} \quad \left(\begin{array}{ll} F_1 \cdots \cdots \text{投餌量} & F_2 \cdots \cdots \text{残餌量} \\ T \cdots \cdots \text{日 数} & N \cdots \cdots \text{個体数} \end{array} \right)$$

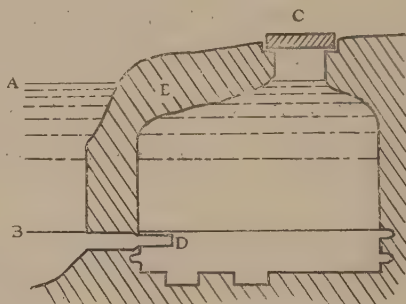
飼育は口径 35cm・底径 55cm・高さ 40cm の大いさの竹籠の中に收容し、時化による流失を考慮し之れを実験所構内の鹹水池（第 12 図）中に沈下して行つた。

鹹水池は天然の岩盤を掘鑿して造られ、面積約

1.5 坪深さ約 2m で、口は満潮面上にあり、コンクリート製の蓋が施され底部に近く 2 個の注排水口があり外海と絶えず潮水の交換が行われ最大干潮時水深は 30cm である。

実験に用いた個体数は、成熟個体の場合は殻長 12.2~14.6cm のもの 12 個、未熟個体では殻長 3.0~7.1cm のもの 20 個であつた。

これ等の飼育条件は天然の棲息条件に比し光線の照射量少く、飼育密度が濃厚であり、遙に静穏で餌料を 1 種類に限定した等の点に著しい差違があるわけである。



第 12 図 アワビ飼育池断面図

A. 満潮線 B. 干潮線 C. 蓋 D. 海水注排水口 E. 岩盤

Text-fig. 12. Longitudinal section of the experimental pond.

A-High water in ark, B-Low water mark, C-Lid, D-Gateway of sea water, E-Rock.

研 究 結 果 Results obtained

(A) 消化器系の構造 Anatomy of alimentary system

アワビの体から貝殻を除いた場合体の中央には、右貝殻筋が大きく発達しているが、消化器官はその筋の後方から右側に沿つて牛角状に前方に伸びる肝臓を除き、筋の左側に位置し弧状に曲折している（第 26, 27 図版）。即ち口から食道を経て胃は体の後部に於て V 字型に曲つて前行し、腸に移つてから右殻筋の前部中央に於て再び後走、胃の中央部に於て更に前行し心臓を貫いて肛門に終る（第 27 図版）。

かく吻の短いことは原始的な前鰐類の特徴である。又胃が発達し腸管の著しく長いことは草食性動物の特徴と見ることが出来よう。

便宜上、口腔部（口——食道の始め迄）・食道・胃・腸の区分に従ひ解剖学的特徴を述べる。

I. 口腔部 (Buccal region)

吻は短円筒状で左右両頭部触角の間に位置し斜下方に稍々曲つて突出し、為に口は腹側に位している（第 28 図版・下図）。口の内壁に左右一對の顎板（jaw plate）あり、口腔底には舌軟骨

(odontophore) があつて、それを基盤として数多くの筋肉がついている。歯舌は舌軟骨上に前後に運動し、これによつて餌料海藻をけずりとり食道に送り込む。口腔上壁には、3種の唾液腺がある(第 27 図版)。食道の基底部には背腹に二つの瓣がある(第 28 図版・下図及び第 29 図版)。

口——口を正面から見ると長倒三角形をなし、三角頂は垂直に深い溝となり唇を腹側に於て二分する。

唇(lip)は外観的組織的に内唇・外唇に区別することが出来る。外唇は黒色の乳頭状突起よりなつて一見皺膚状をなし、突起は外側最も細かく内側程大きい。組織的には高柱状の支持細胞と球状の粘液細胞とからなり、厚いクチクラ層で覆われ、支持細胞には黒色素を有する。粘液細胞は乳頭状突起間の窪みに於て特によく発達している(第 31 図版・第 1 図)。

内唇は帯黄白色で外唇に見られた乳頭状突起の数個癒合したものが口孔をめくり、放射状に並ぶ。粘液細胞なく支持細胞に黒色素を有せず多数の感覚細胞よりなる味蕾(taste bud)の発達を見る(第 31 図版・第 2 図)。

アワビ属の味蕾については CROFT は “There is thick cuticle, which is perforated for sensory process of tall sensory cells. There are often two or three sensory cells together and nerve fibrils can be traced to them. These are the taste bud…” と述べてこれを図示しているが、本種では第 31 図版・第 2 図に見る様に多数の感覚細胞よりなつて味孔を有し、*H. tuberculata* よりは遙に発達している様に思われる。又この点から見てアワビが餌料に対して相当の摂摂力をもつことが充分考えられる。

顎板(jaw plate)——口の内壁に左右一対あり、方形で内側に彎曲し腹部は左右共に遊離するが、背部は薄くなつて相連結し舌突起の先端を蔽う。色彩は口孔附近では黒褐色で肥厚しているが、背部は淡褐色乃至白色で薄く口腔壁と癒着し、この部分の口腔壁は一層の絨毛上皮で厚いクチクラ層を被っているが、第 31 図版・第 3 図に見られる通り二層が区別される。

舌軟骨(odontophore)——舌紐下軟骨・舌突起・舌骨等と呼ばれている(第 23 図版)。主軟骨又は背軟骨(dorsal cartilage)と側軟骨(lateral cartilage)の二部分よりなる(第 23 図版・上図)。主軟骨は左右各 1 個で横走する発達した筋肉により腹部に於て左右相癒着しているが、背部は口腔底正中線から約 60° の角度を以つて V 字型に上方に開き歯舌鞘はその間に介在する。左右両主軟骨の接合面は前端に於て僅かに切れ込み、その左右に退化的な小軟骨片が癒着しているが、これは CROFT により vestigial anterior ventral cartilage と称せられたものである。側軟骨は主軟骨の後側方に左右 1 個宛結締組織により癒合している。

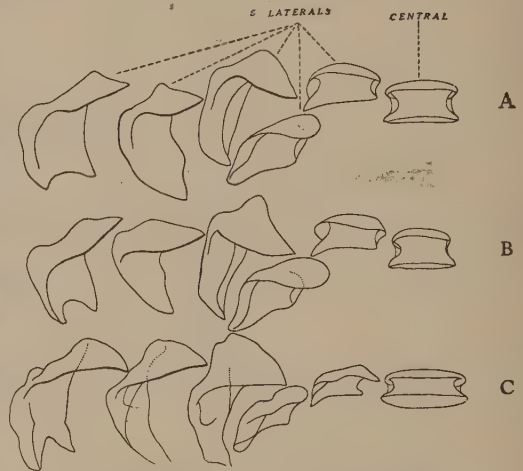
舌軟骨は口腔の基底をなすと共に歯舌の運動を司る索引筋・伸出筋等の基部をなすもので、組織的には Delafield haematoxylin で濃染する明瞭な軟骨細胞と認められ、細胞分裂の過程を見

ることが出来る(第 31 図版・第 6 図)。

歯舌(radula)——中央歯 1, 側歯 5 で縁歯は細長い多数の小歯より成り, 歯式は $\infty + (3+2) + 1 + (2+3) + \infty$ で表される(第 13 図)。

中央歯(central tooth)は左右相称, 側歯(lateral teeth)は何れも不相称形で第 3, 4, 5 歯は大なる嘴状の突起を有し, 第 3 最大, 他はそれより稍く小で, 縁歯(marginal teeth)は歯端鎌状に曲り, 歯端には鋸歯状の突起が多数ある。歯舌は口腔部を除き歯舌鞘(radular sheath)で包まれているが, 後端は二又して胃の噴門部に迄達する(第 27 図版; 第 29 図版)。

歯舌鞘中に収められた歯舌は口腔内主唾腺の後部で口腔底に露出する(第 28 図版・下図)が露出部の歯舌は淡褐色で鞘内の歯舌は白色を呈する。歯舌鞘末端の上皮には造歯細胞が認められる(第 31 図版・第 5



第 13 図 *Haliotis* 三種の歯舌背面図
但し中央歯(central tooth)及び左側のみの側歯(lateral t.)を示し縁歯(marginal t.)を除く

Text-fig. 13. Radular tooth in dorsal view of abalones.

A...*H. discus* B...*H. discus hannai*
C...*H. kamtschatkana*

図)。又歯舌鞘の前端下壁は舌突起の前部を蔽い皺曲があり, この部には味蕾・粘液細胞が発達している。

唾液腺(salivary gland)——口腔の上部及び側方に位置して消化液を分泌するが, 次の 3 腺に区別することが出来る。

1. 主唾腺(main salivary gland) 第 27, 29 図版

歯舌の口腔内露出部に位置する扁たい橙色の腺で左右一対あり, 分泌面は凹んで縦走せる口腔嚢(buccal pocket)となる。組織的には第 32 図版・第 2 図の通り非常に長い柱状の分泌細胞より成る。

2. 側唾腺(lateral salivary gland) 第 27, 29 図版

橙色の葡萄状腺で主唾腺の各外側方に位し短い導管を以つて口腔の前方に開口する。

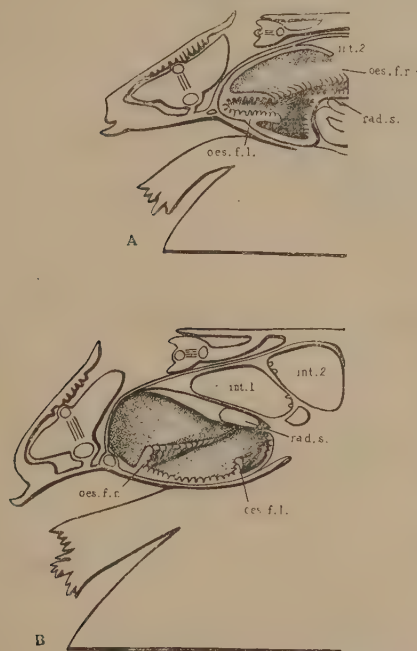
3. 上唾腺(upper salivary gland) 第 27 図版

左右両主唾腺接合部背部に縦に横わる扁平の嚢で, 多数の腱及び神経が附着して白色を呈しその背面は頭蓋の壁をなす筋肉組織に蔽われる。左右両主唾腺の接合部の溝に開口する。福井(1930)はこれを上嚢(buccal pouch)と称している。組織は第 32 図版・第 1 図に示す通り

長柱状の分泌細胞からなるが、主唾腺程細胞が長くない。

II. 食 道 (Oesophagus)

口腔後部に於て背腹に位置する食道瓣より斜左に後走して歯舌嚢下に潜入し、胃の噴門に至る迄を指す(第 27, 28, 29 図版)。食道の始部は歯舌嚢の背部にあつて左右に食道側囊(oesophageal pouch)を有し、この部を横断すれば H 字状に広い腔をなしている。



第 14 図 *Haliotis discus* の食道の二横断面
(第 29 図版 A, B の断面)

int. 1. 胃と第 1 屈曲部中間の腸 int. 2. 第 1 と第 2 屈曲部中間の腸 oes. f. l. 左食道隔壁 oes. f. r. 右食道隔壁 rad. s. 歯舌鞘

Text-fig. 14. Transverse section of oesophagus passing through A & B in Plate XXIX.

int. 1, intestine between stomach and the first curve; int. 2, intestine between the first and second curves; oes. f. l., left oesophageal furrow; oes. f. r., right oesophageal furrow; rad. s., radular sheath.

食道瓣(oesophageal valve)——背腹に一對あつて後方に向つて舌状に突起し食物の逆行を防ぐ。腹側の瓣は歯舌嚢の背部にあつて横皺を有し、これが前端は口腔部下底となり歯舌鞘の口腔露出部に終る(第 28 図版下図)。前端近くの組織は主として粘液細胞であるが(第 31 図版・第 4 図)。食道瓣後端は一層の絨毛上皮で絨毛細胞間に粘液細胞を多数認める(第 32 図版・第 3 図)。

食道側囊(oesophageal pouches)——口腔後側方、側唾腺の後部より後方に向つて膨らむ大なる囊で左右一對ある(第 27, 29 図版)。右側囊は右側唾腺の後部より出で初部では食道上壁より垂下する右食道隔壁によつて食道と境される。右食道隔壁は次第に左下方に振回して食道を横切り漸次その高さを減じて食道末端近くでは左下底に低い縦壁をなしている。左側囊は右側囊より小で左側唾腺の後部より発し、左食道隔壁により食道と境されているが、左食道隔壁は右下に振回して後走し食道末端に於ては食道の右下底、歯舌嚢下に低い縦壁をなす。かくて左右両側囊は X 字状に交叉し、その交叉部で

は食道は斜走する左側囊の溝をもつこととなる。第 14 図は第 29 図版・A, B に於ける横断面で以上の関係を模式的に示した。

囊壁は多数の小突起よりなるので一見して食道と区別することが出来る。両側囊殊に右側囊は摂取した多量な内容物のため甚しく拡大していることがあるが、この様な場合には小突起も殆ん

ど形を認めることが出来ない。この点から考えると食道は単なる食道ではなく、ある程度食物を貯蔵する嚢(袋)の役目をも兼ねたものであると思われる。組織的には一層の繊毛上皮で粘液細胞を有し上皮細胞下には結締組織と平滑筋がある(第 33 図版・第 1 図)。

食道(oesophagus) 第 14 図に示した通り側嚢の発達振回に伴って食道の構造は頗る複雑であるが、食道側嚢の内面が小突起よりなるに對し本來の食道壁は多数の縦皺よりなるので容易に区別される。

食道の組織は高柱状細胞と粘液細胞の混じった一層の細胞層よりなり、上皮細胞には多数の繊毛がある(第 32 図版・第 4, 5 図)。基膜下には繊維性結締組織があり、その外層に縦走筋、続いて厚い環走筋、最外層には更に縦走筋がある。上皮細胞間には第 32 図版第 6 図に示した様な感覚細胞群を認めるが、その機能については不明で今後の研究を要する。

食道末端は次第に狭窄して壁の筋肉層を増し噴門に達する。

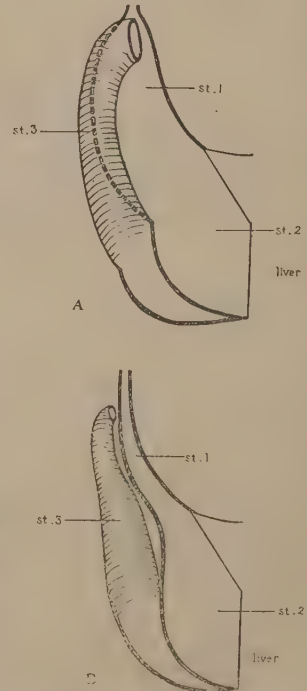
Ⅲ. 胃 (Stomach)

噴門部(cardiac portion)より斜右に後走して体の後端で V 字型に屈曲し、前走して右貝殻筋下で捻転し少しく逆行し更に前走して幽門部(pyloric portion)に終る迄を指す。粘液細胞のないこと及び筋肉層の厚さにより食道及腸と明瞭に区別される(第 27, 29, 30 図版)。

便宜上第 29, 30 図版に示す通り次の 4 部に区別する。

1. 第一胃(first stomach)——噴門より肝臓開口部前部にある半円形の大なる嚢(V_1)迄である(第 30 図版 st. 1)。青緑色の多数の縦皺ある広い嚢で CROFT は「素嚢(crop)」, WEGMANN は単に胃, 又 CUVIER は第一胃と名付けた。噴門部は腸の下部に位置して見えず、その他の部分も肝臓及び生殖腺に蔽われているので背面からは認め得ないが産卵期以外は腹側より認められる。第一胃には 5~6 の横断する大なる皺があるが、食物により膨満する時は縦皺と共に悉く伸張して左方に膨らみ、第 15 図, A に示す様に甚しく容積を増大するので食物貯蔵の機能をもつものと考えられる。組織は一層の高柱状繊毛細胞から成り、食道と異り全く粘液細胞がない(第 33 図版・第 2 図)。

2. 第二胃(second stomach)——胃の最後部 V_1 , V_2



第 15 図 胃(第四胃を除く)の内容物多寡に依る形状の変化
A...膨満時 B...空腹時
(st. 1—3 次々第一—三胃を示す)
Text-fig. 15. Forms of stomach of abalone.
A. Dorsal aspect when filled.
B. Dorsal aspect when empty.

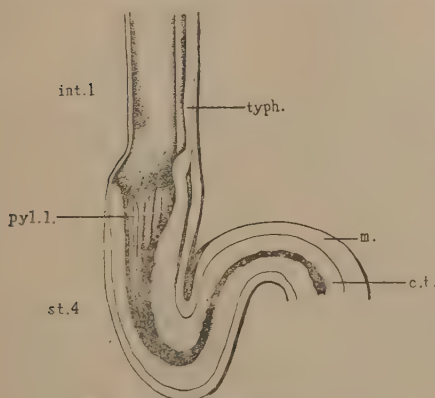
両瓣の間を指す。腹壁は肝臓開口のある部分と多数の横皺壁を有する部分からなり、前部がV字型に位置する(第30図版 st. 2)。この部を CROFT は単に胃、CUIVIER は第二胃、WEGMANN は腸と称した。この部分は第15図に示す様に膨満時にも形が殆んど変らない。

肝臓への開口は6個あり(第30図版 $o_1 \sim o_6$)、 $o_2 \cdot o_3 \cdot o_5$ は前部 V_1 の下底に開口し o_1 及び o_4 はこれと殆んど直角の位置に於て側壁に開口する。 o_1 及び o_4 は最大にして特別に分化した胃盲嚢隆起線の延長部により蔽われ、これを捲き上げねば認めることが出来ない。 o_6 は第二胃後部の背壁に開口しこれより側壁に従つて下方に縦溝を有する。

後部の横皺壁の部分は第33図版・第4,5図に示す様に断面は非常に複雑で組織的には柱状の繊毛細胞からなる。その他の表面平滑な部分も繊毛細胞よりなるが、厚いクチクラ層にて蔽われている(第33図版・第6図)。上皮下は第一胃と同じく結締組織で、その外側に縦走筋及環走筋がある。

胃盲嚢は第二胃屈曲部より斜左上方に旋回する盲管で1条の隆起腺を有し、その中心は外観的に見られる内臓嚢の痕跡の螺頂とは別に存する。胃盲嚢の組織もやはり高柱状繊毛細胞よりなる。

3. 第三胃(third stomach)——第二胃終端の瓣(V_2)より前走して後方に屈折する迄を指す(第30図版 st. 3)。壁は殆んど平坦で一樣にクチクラ層で覆われ、唯その下底に縦溝があるだけである。第四胃との境界附近は稍々複雑な褶皺を有し次第に狭まつているが、膨満時には褶皺全く消失し拡張して著しく膨大する(第15図)。



第16図 幽門部縦断面

c. t. 結締組織 int. 1. 腸の始部 m. 筋肉
pyl. p. 幽門部 st. 4. 第四胃 typh. 隆起線

Text-fig. 16. Longitudinal section of
pyloric portion of stomach

c. t., connective tissue; Int. 1., first part of
intestine; m., muscle; pyl. p., pyloric
portion; st. 4. fourth stomach; typh., typhlo-
sole.

は褶皺全く消失し拡張して著しく膨大する(第15図)。

クチクラ層下には一層の高い繊毛細胞があり繊毛は著しく長い。上皮下には結締組織よく発達し中に環走筋を混する(第34図版第1図)。

4. 第四胃(fourth stomach)——第三胃後部の狭窄部を過ぎ急に折れ曲り逆行して捻廻し前走、再び後方に稍々曲つて幽門部に達する迄を指す(第29図版及び第30図版・A, B)。この部分は *Haliotis tuberculata* では記載されていない。膨満時は第三胃と同じく甚しく拡大する。後部の直走せる部分は細く内壁は規則的な縦皺を有し(第17図1)、稍々屈曲して再び前走し幽門に終るが、この部分の縦断面は第16

図の通りで縦襞の有無・壁の厚薄・隆起線の高低・粘液細胞の有無等により胃腸の区別は劃然となされる。

組織は一層の纖毛細胞で結締組織は隆起腺内に於て殊によく発達し、外壁には環走筋が発達している(第 34 図版・第 2 図)。岸上は第四胃を以つて腸の始部としている。

IV. 肝 臓 (Liver)

右殻筋の右方に沿い前方に突出する部分と胃腔の周囲を包み不規則に発達する部分の二部に分たれる。前者は俗に“ツノ”又は“トチリ”と称せられる部分である(第 26, 29 図版 con. a)。肝臓の外層は生殖腺を以つて蔽われるため産卵後は肝臓が黒褐色に見えるが、産卵期に接近するに従い緑色の卵巣又は淡黄白色の精巣を以つて包被される。CROFT は肝臓の色彩が摂取した海藻によつて橙色・褐色・緑色等に変化すると記載しているが、この点については目下研究中である。

輸管は胃より側房(diverticulum)として肝臓内に埋没され、末端は多数に分枝して直接肝細胞に達する。輸管の断面は円形又は楕円形であつて、胃壁と同じく一層の高柱状纖毛細胞から成り、上皮細胞下には結締組織少く縦走筋がある。

この輸管の細胞からは消化酵素たる diastase, lipase, protease 等を多量に分泌することが報告されている(CROFT 1929)。

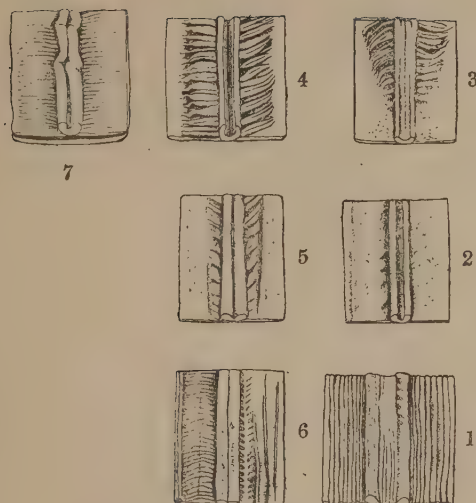
輸管は漸次樹枝状に分たれた tubule になるが、断面は X 字型又は Y 字型で、これを取りまき肝細胞が放射状に位置しているが、肝細胞は CROFT も指摘した通り 2 種が区別される。

一つは crypt cell と呼ばれるもので Delafield haematoxylin で良く染まり、基膜近くに大なる球形の核を有し他端近くには多数の黒褐色顆粒を含んでいる。他は larger cell 又は older cell と呼ばれ Eosine で良く染まり、前者より長い柱状細胞であるが細胞膜不規則で基膜近くにある核も前者より染まり方が薄い(第 33 図版・第 3 図)。

V. 腸 (Intestine)

幽門部より右殻筋に沿つて前走し、貝殻筋の前端にて急に逆走して胃の噴門上を更に後走し第三胃の下面中部に於て再び前行し心臓(第 26 図版 pe)を貫通して外套腔中に出て肛門に終る迄をいう(第 26, 27 及 29 図版)。腸の初部は大部分庇状に伸びた右貝殻筋の縁部で蔽われ、外套腔中に突出した部分を除いては腸間は結締組織で填充される。内部の構造を見ると全長に沿つて 1 条の縦溝があり、その両側に隆起線(typhlosole)があつて壁の構造は第 17 図の通り漸次場所によつて異つてゐる。

即ち初部(第 2 図版, 第 17 図 2)は第三胃の如き平滑面の後横襞を生じ(第 29 図版; 第 17 図 3), 第 1 回目の屈曲後一層襞が顯著となり(第 29 図版; 第 17 図 4), 再びこの横襞を減



第 17 図腸壁各部の内部構造

番号は第 29 図版に於ける位置を示す。

Text-fig. 17. Inside structure in various parts of intestine shown in 1-7 in Plate XXIX.

黒い環として認められる。終腸部の上皮組織下には厚い結締組織があり、平滑筋繊維が之れに混じその外層には厚い環走筋が発達している(第 34 図版・第 6 図)。排泄物は肛門を通じ外套腔背壁に開口する呼水孔から外部に排泄される。

(B) 餌料と成長との関係 Relation between food and growth.

I. 浮游期幼生及び底棲初期の餌料と成長

Food and growth in planktonic and early creeping stages.

発生の項に於て述べた様に孵化後底棲生活に入る迄の 7~10 日間は plankton を餌料としていて、完全に濾過し plankton を含まぬ海水中に飼育した場合には貝殻の発達が悪く幼殻のみを生じて peristomal shell を生ぜず、或いは幼殻さえも完全に生ぜず velum の背部に痕跡的な幼殻をつけて游泳する畸型的な幼生を生ずる。

この浮游期幼生の口部を観察すると第 22 図版・第 2, 5 図の通りで歯舌の運動を認めない代りに口縁を圍繞する微細な纖毛の活動を認めることが出来る。

この纖毛は大別して足蹠前端口部との中間に於けるもの velum を圍繞する大纖毛帯の下側に位置する小纖毛帯及び口部辺縁を取り巻く纖毛の三つに分けることが出来るが、これ等三様の纖毛が有機的に活動し口部に plankton を送る有力な作用をなすものと考えられる。

この場合最も活潑な仿らきをすると思われるのは velum をとりまく prototrochal girdle 基

部の小繊毛帯である。この事実は *Haliotis sieboldii* によるもので *H. discus* では認められなかつたが、他種に於ける浮游期幼生の摂餌機構も今後一層の研究を要する点である。

底棲匍匐生活に入ると、歯舌の活動が認められ底面に付着した珪藻類等を舐めとつて成長するもので、*H. discus* 飼育の場合には匍匐面に明瞭な food path を認めることが出来た。然しこの場合珪藻類のみを与えたのでは成長の悪いことは第6図に示した通りで、成長が不良なるのみならず貝殻の色彩が白色で石灰藻等の摂取により始めて貝殻に色を生ずる。この点につき CROFT は *H. tuberculata* について “Animals only a few millimeters long prefer to eat *Corallina* and *Lithothamnion*, which they resemble in colouring and I have watched them licking up with their radula small particles from a glass surface. They probably lick foraminifera, etc. from the surface of stones”. と記載し略同様の事実を述べている。

然し前述した通り *H. discus* の実験結果からするとこの岩面に付着した石灰藻等の微生物のみを餌料とする方法では受精後約 10 ケ月半にして殻長 1.8 cm に達してからの生長が極めて悪く、爾後の 80 日間で僅かに 0.6mm を増加したに過ぎなかつた。この点から考えると、この頃から成体の餌料と認められるアラメ・カジメ等の褐藻類又は紅藻類等を必要とするに至るのではないかと考えられる。

II. 成貝の餌料と成長 Food and growth of the adult.

a. 餌料の種類 Kinds of food.

成貝の餌料の種類に関しては前述の通り岸上(1935)・田子(1913)・木下(1931)及び殖田・岡田(1933, 1941)等により調査されているが、筆者が千葉県鴨川湾水深 8 m で採集した *discus* の胃内容物を調べた結果も略々同様で、植物性内容物としては褐藻類の *Sphacelaria* sp. (クロガシラ類の一種)、*Eisenia bicyclis* (アラメ)、紅藻類の *Polysiphonia* sp. (イトグサ類の一種)、*Corallina pilulifera*・*Arachnoidiscus* sp., 動物性内容物としては *Robulus*, *Discorbis*, *Biloculina*, *Quinqueloculina*, *Triloculina* 等に属する有孔虫類、腹足類として *Amalthea conica* (キクスビメ)、その他多毛類の貝殻片・撓脚類の碎片及び石英・緑泥石・輝石等の砂片²⁾を認めた。

然しこの調査に於て量的に多く認められたのは海藻類としては *Eisenia*, *Sphacelaria*, 動物性内容物としては *Robulus*, *Discorbis*, *Quinqueloculina* であつて、褐藻類特に *Eisenia* は最も出現率多く之れを摂取している個体では消化管全部に亘り独占的にアラメ 1 種が占める場合さえある。この反面褐藻類を含まぬ場合には多種類の生物及砂粒を混存する傾向があるので、主餌

¹⁾岡田喜一氏, ²⁾新野弘氏のご査定を賜つた。こゝに記して感謝の意を表す

料はやはり褐藻類であり他は随伴的に或いは索餌中に混入したものと考えられる。然しサベエについて筆者が述べた様に(1949)これ等混入物の内石灰藻・有孔虫類等石灰性物質が貝殻の生成に重要な役割を果すことは充分考えられる事柄である。

b. 紅藻類の餌料価値及び餌料の種類による殻色の変異

Food value of red algae and color changes in shell under controlled feeding.

岸上・田子・木下・殖田等従来の研究者は何れもアワビ胃内容物として多かれ少かれ紅藻類の混在を報じ筆者の調査結果に於ても前記3種を認めたが、木下(1934)はエゾアワビを用い約1ヶ月間コンブ、ワカメ、アカバ、ツノマタの4種の餌料を別々に投与して餌育した結果、無給餌で12.5%の体重減耗、コンブ・ワカメは夫々2.5%、1.3%の増重に対しツノマタを給与したものは2.5%しか減耗せぬことから、紅藻類も増重と迄は行かないまでも体重を保持する程度の価値はあると結論している。

この点に関し *Haliotis gigantea*, *H. sieboldii* 及び *H. discus* の3種を用い *Eisenia bicyclis* アラメ(褐藻類)及び *Gelidium amansii* テングサ(紅藻類)の2種を餌料として1951年1月29日~1951年3月20日の間投与飼育した結果を示せば第8表の通りで、テングサの餌料価値は認められるがアラメに比し甚しく劣ることは明瞭である。

第8表 アラメ及びテングサ給餌によるアワビ増重率の比較

Table 8. Comparison of food values for various species of abalone between *Eisenia bicyclis* and *Gelidium amansii*.

アワビ の種類 個数 Species of abalones (No)	餌料 Food 月日 Date	<i>Gelidium amansii</i>				<i>Eisenia bicyclis</i>			
		I-29 W ¹	III-20 W ¹¹	W ¹¹ -W ¹	W ¹¹ -W ¹ ×100	I-29 W ¹	III-20 W ¹¹	W ¹¹ -W ¹	W ¹¹ -W ¹ ×100
		gr.	gr.	gr.	%	gr.	gr.	gr.	%
<i>H. gigantea</i> (3)		425.0	434.0	9.0	2.1	355.0	426.0	71.0	20.0
<i>H. sieboldii</i> (7)		247.8	259.8	12.0	4.8	204.2	232.1	27.9	13.6
<i>H. discus</i> (6)		200.9	216.0	15.1	7.2	260.8	292.5	31.7	12.1
Mean					4.7				15.2

又この実験に於て餌料の種類に依る貝殻色彩の変異について研究するため貝殻の一部(外唇)を方形に切り取り、同上期間飼育後その部分に分泌形成された貝殻の色彩を調べた結果は第9表の通りである。この表によつて分る通り3種に対し同じアラメ(*Eisenia*)を投与した場合 *gigantea*, *sieboldii* では淡褐色又は褐色の貝殻を生ずるに対し *discus* では緑色の貝殻が形成される。

この結果は *discus* の場合4例に過ぎず資料として不充分であるが、筆者が従来行つた飼育試

第9表 餌料の種類による貝殻色彩の変化

Table 9. Color changes in shell of *Haliotis* under controlled feeding

種 類 Species	餌 料 Food	<i>Gelidium amansii</i>		<i>Eisenia bicyclis</i>		辨 色 困 難
		茶又は黄褐色 Brown or yellowish brown	緑 色 Green	茶又は黄褐色 Brown or yellowish brown	緑 色 Green	Color not determined
<i>H. gigantea</i>		3	0	2	0	1
<i>H. sieboldii</i>		4	0	6	0	3
<i>H. discus</i>		2	0	0	2	10

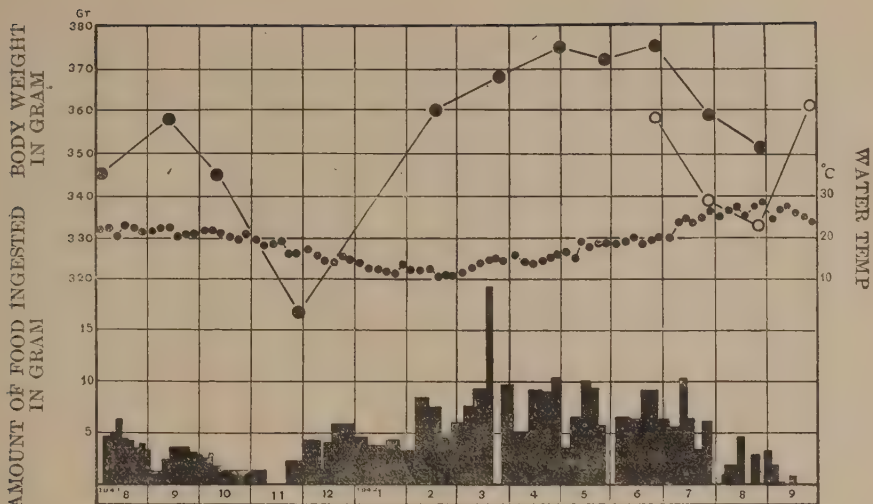
験に於てこの現象は常に経験され注目を惹かれた事実である。この事柄は寒流海域に棲息して主としてコンブを餌料とするエゾアワビの貝殻が殆んど緑色を呈し又は緑色を混する事実と相俟ち頗る興味がある点であつて、分類学的研究の項に於て後述する *discus* の生態学的特殊性の一つに加えられるべき一論拠と考える。

この様に餌料の種類によつて殻色を異にすることは先に底棲初期の稚貝についても実証された処であるが、摂取された餌料中の色素がアワビ体内に於て消化吸收され外套膜縁に送られて分泌される貝殻の色彩に影響を及ぼす生化学的機構は将来の研究を要する点である。又この研究の拡充によつて将来に於ては殻色により逆にアワビの棲息環境或いは餌料の種類を察知することも可能な筈で水産増殖の立場から見ても重要な意義を有するものと考えられる。

(C) 摂餌量の季節的变化及び成長度 Seasonal change in the amount of food ingested and in growth rate.

H. discus の成熟個体(殻長 12.2~14.6cm) 12 個を 1941 年 8 月以降 1942 年 9 月迄専らアラメを餌料として飼育した。飼育環境・実験方法は前述の通りである。

結果を図示すれば第 18 図の通りで平均摂餌量は 8 月から 11 月にかけて漸次減少し、11 月には全然摂餌せぬ時さえあつて、12 月に入ると俄に食欲を増し、爾後次第に摂餌量を増加して 4~5 月頃最高に達し、以後再び減少し夏期を経過して 10~11 月頃最低となる。成長も又略々これに比例して行われ、10~11 月頃最も痩せ、5~6 月頃最も肥満する。この最瘦衰期たる 10~11 月は 1 度この附近に於けるアワビの産卵期に相当し(第 2 図参照)、本実験に於ても 10~11 月に於て生殖腺の成熟を確認した。結局アワビは産卵期に於て摂餌量少く最も痩せ、成熟せる生殖素の放出後急激に摂餌量を増加し 4~5 月頃最肥満期に達するもので、8 月より 9 月にかけて何れの場合にも摂餌量を減じつゝあるに拘らず体重の増加が見られるのは生殖腺の成熟を意味するものと思われる。この結果は木下(1936・1950)のエゾアワビの肥満度の季節的变化に関する研究結果と一致する。

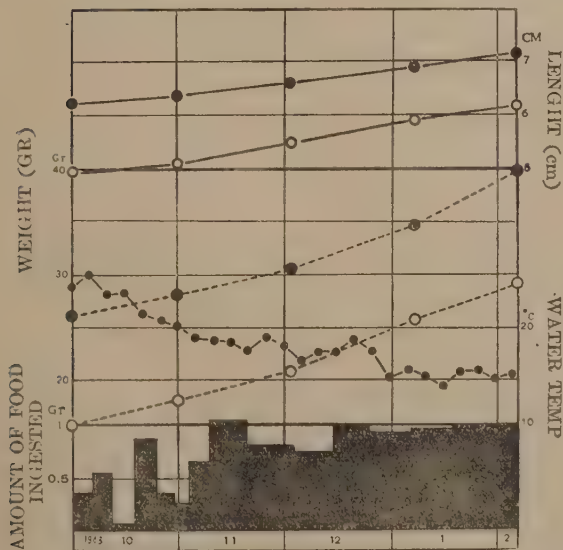


第 18 図 *Haliotis discus* の摂餌量の季節的变化と水温及び体重の関係

○ 平均体重 ● 平均体重(前者暴風雨により流失のため補足す), • 水温 ■ 平均摂餌量

Text-fig. 18. Relation between seasonal change in amount of food ingested, water temperature and body weight of *Haliotis discus*.

•• Water temperature, ○ Body weight, ● Body weight in another experiment.



第 19 図 *Haliotis discus*(○-○) と *H. sieboldii*(●-●) の未成熟個体に於ける摂餌量の季節的变化と水温及び体重との関係

Text-fig. 19. Relation between seasonal change in amount of food ingested, water temperature and body weight of immature *Haliotis discus*(○-○) and *H. sieboldii*(●-●).

• water temperature

成熟個体を用いたこの実験では餌料を十分投与し攝取するに委せて以上の変化を示すのであつて、摂餌量の季節的变化及びそれに伴つて変化する成長曲線の波は生理的内因的なもので生殖腺の熟否と密接な関連があると断定せざるを得ない。この点を更に確かめるため生殖腺の未熟な *H. discus* 及び *H. sieboldii* を材料として同様の実験を繰り返した結果は第 19 図の通りである。材料としては前者は殻長 3.05~6.46cm のもの 25 個, 後者は殻長 3.73~7.12cm のもの 5 個を用い, 飼育期間としては成熟個体の実験で最も顕著な変化の見られた 10 月乃至 2 月上旬を選ん

だ。

この図に依つてわかる通り、未成熟個体では産卵期に於ても攝餌量に大差を認めず、体重に於ても成熟個体に認められた様な瘦衰現象を示さない。これ等の実験に依つて、成熟個体に見られる攝餌量及び成長に見られる季節的変化が生殖作用に関連したものであることは一層明瞭であるが、従来この問題に関しては岡村・妹尾（1918・1920）の千葉県館山湾に於ける成長度試験の結果に基づいて「海藻繁茂期たる冬期には多量摂餌して成長も旺盛であるが、海藻の冬枯期たる夏期には攝るべき餌料が少いため成長停止又は減量する」ということが定説となつてゐる。

この実験では 12 月及び 1 月に神奈川県三崎産アワビを標識後館山湾の一部に放養し、10 月 15 日取揚測定の結果、前者は後者に比し著しく増重率が大であることから、この理由を海藻の繁茂せる冬期約 2 ケ月間の差にあるものと推論したものであつた。

然しその材料を移植した以前に於ては、1 月 29 日採捕の材料も神奈川県三崎に於て繁茂した海藻を攝取した筈で、原因を海藻の多寡に歸することは不合理と思われる。

又筆者の行つたこの実験結果からすれば、12 月 3 日の個体と 1 月 29 日の個体では産卵期からの時間的距離に約 2 ケ月の差異があるので、体の瘦肥に大きい相違がある筈で、基準となるべき材料は放養時に於て相当の質的相違のあつたことが予想される。試みに同報告の資料から、殻長 3.0~3.9 寸のものを選り、その放養時に於ける平均重量及び放養後取揚迄の平均増重量を計算して見ると、12 月 3 日のものは平均重量 35.0 匁、取揚迄の平均増重量 27.6 匁に対し、1 月 29 日のものは平均重量 43.5 匁、取揚迄の平均増重量 28.0 匁である。この様に平均増重量は略々同程度であるのに拘らず放養時の体重は 12 月のものに比し 1 月の方が遙かに肥満していたことが明らかである。

要之、産卵中或は産卵直後の著しく瘦せた時期を基準としたか？ 又は相当摂餌して体力の恢復した時期を基準としたかの相違に他ならず、海藻の多寡という外的原因を以つて理由づけることは少くともこの場合については不適当である。

筆者の行つた第 18, 19 図に示す実験に於ける摂餌量とアワビの増重の関係を一括表示すれば第 10 表の通りである。成熟個体については第 18 図に見られる様に成長に季節的変化があるので成長の最も旺盛な 11→4 月の期間を選び算出した。第 9 表はアワビ 1 貫匁の増産に対して、アラメ 7.8~15.2 貫匁の海藻量を必要とすることを示している訳で夏季千葉県沿岸に於けるアラメ一株の平均重量約 250 匁から計算すれば 15.2 貫は約 61 株に相当する。

かゝる食性を前述したアワビの生活史と綜合して考えると、浮游期幼生及び底棲初期の餌料については漁場経営上特別の考慮を必要としないが、成貝については海藻を枯渇させぬ様、要すれば移植播種等あらゆる手段を講じて食餌海藻の増殖を図る様留意することが肝要で、このことは

第 10 表 アラメのアワビ増産に対する必要量

Table 10. Conversion coefficient of *Eisenia bicyclis* for abalones.

期 間 Period	種 類 Species	材料の殻長(cm)及び 個 数 Size (cm) and no. of materials	アワビ増重量 Increased weight of abalones	摂 餌 量 Amount of food ingested	増 肉 係 数 Conversion coefficient
XI-16→IV17	<i>H. discus</i>	12.2~14.6 (12)	775gr.	11785gr.	15.2
X-1→II-6	<i>H. discus</i>	3.0~6.4 (15)	266	2090	7.85
	<i>H. sieboldii</i>	3.7~7.1 (5)			

アワビ増産上の基本条件である。

III 重要種特にエゾアワビの分類学的検討

Taxonomic studies of important species, especially of
Halotis discus hannai

種を形態学的・生態学的・生理学的・生化学的及び遺伝学的根拠に基づいて明確に決定することとは生物学的研究の根本問題であると言を俟たないが、特に増殖の立場からすれば植地的人工的増殖の第一段階たる受精の難易、可能、不可能とも関連、特に重要な基礎をなすものである。然し乍ら貝類中蛸綱類のカキ属と共に腹足類のアワビ属は分類学的に懸念争争的となり、その産業的重要性にも拘らず学者に依つて異なる意見が提唱され今日に至っている。カキについては幸いにして東北大学今井丈夫教授の下に生態学的、形態学的のみならず遺伝学的な研究までも遂行され解決の曙光を見出しているが、アワビについては人工受精も困難で発生学的研究が著しく緒についた現状であり、生態学的、形態学的にも未だ明確な論拠が示されていない。

日本産鮑属中一般にアワビと呼ばれ産業上重要性をもつものには前述の通り *gigantea* ヲガカ・*sieboldii* メガイ・*discus* クロ・エゾアワビの4種があるが、前者者は太平洋に於ては主として千葉県以南、日本海岸に於ては北海道西南に位置する小島以南の暖流海区に棲息し、エゾアワビは北海道西岸・津軽海峡青森県東岸・岩手・宮城・福島県及び茨城県北部等寒流に影響される海区に分布する。

gigantea は CHEMNITZ (1788)・GMELIN (1791), *sieboldii* 及び *discus* は Reeve (1846) によつて何れも日本を模式産地として報告され *kamtschatkana* オ Jonas (1845) により Aleutian 列島中の Unalaska 島を模式産地として報告され、次いで MIDDENDORFF (1847) がシベリア・オホツク海に至る貝類の報告に於て同地方のアワビを *kamtschatkana* と記載したものであるが、DUNKER (1861) は之等4種全部を *gigantea* 1種に含めた。

DUNKER の考えは SCHRENCK (1867)・LISCHE (1869)・KÜSTER (1883)・TRYON (1890) 岸上 (1894) により支持されたが、岸上は尚 Reeve の記載する *sieboldii* が畸形貝なる理由から新たに *mekai* なる *gigantea* の変種を設定した。

PILSBRY (1895) は *kamtschatkana* を分類して *gigantea discus* なる亜種とし *gigantea* の中へ *sieboldii*, *discus* を包含された。八田・佐々木 (1910)・高槻 (1927) はナツ標本及び陸奥湾産アワビについて同様の学名を用いたが、岩田 (1919) は *gigantea* 及び *mekai* を列んで更に *kamtschatkana* の名の下に寒流系統のもののみならず、千葉・静岡・四国等暖流海域に産し従来 *discus* と呼ばれたものをも含めて報告している。

この様に4者中特に形態の類似した *discus* とエゾアワビが本属中に於いて最も分類学的疑義

が多いが、朝鮮・満洲産のものについても意見が区々である。即ち野村・波多江 (1928), 芝 (1934) は朝鮮産アワビを、野村・神保 (1934) は遼東半島産を *kamtschatkana* としたが、田子 (1931) は朝鮮東岸のものを本州寒流海区のものと共に *kamtschatkana* とし西岸及び本州暖流海区のものを *gigantea* var. *discus* と区別した。後、内田・山本 (1942) は朝鮮に於ける田子の説を否定して朝鮮海峡の済州島北部を東西に走る 25 m 層水温の 12°C 等温線以北の朝鮮全沿岸のものを *kamtschatkana*, それより南のものを *discus* とした。

かくて朝鮮全沿岸・沿海州・本州寒流海区のアワビは *kamtschatkana*, 暖流海区に産するこの類型のものは *discus* とし *discus*, *sieboldii* を夫々 *gigantea* の亜種とする考えが支配的である。〔野村・畑井 (1932・1935), 野村・角田 (1933), 黒田 (1933) (1938), 滝巖 (1933), 菊地 (1936), 西村・渡部 (1943), 吉良 (1947), 山本 (1949)〕

kamtschatkana は前述の通り Unalaska を模式産地とするが、米国大陸太平洋岸に沿って Alaska (Sitka), British Columbia (Vancouver), California (San Pedro, Montrey, Redondo, Santa Barbara, San Diego) 等に分布することが知られている。(KÜSTER 1883, ROGERS 1908, DALL 1921, OLDROYD 1927, BARTSCH 1940, QUAYLE 1941, BONNOT 1948)

従つて *kamtschatkana* は北太平洋を隔て、その東西両岸に分布することになるが、その中間地帯たる北海道東岸からは採集されていない (山口 1920, 黒田・木場 1933, 木下 1937)。

こゝで問題になるのは REEVE (1846) が千島から報告している *H. aquatilis* であつて SCHRENCK (1867) は *H. kamtschatkana* の変種として *H. gigantea* に含め、田子 (1931) はこれを疑問な旨記載しているが、上記の点からみて筆者も恐らく何等かの誤りではなからうかと信ずる。Aleutian 列島についても記録がないが同地方に於ける著名な生物蒐集家たる Walter J. EYERDAM は著者の照会に応じて次の様な書信を寄せられた (1946)。

"I have made extensive collections of shells in Alaska and Aleutian islands, but have never found *Halotis* in the Aleutian islands. It is more or less quite rare in these islands. It is more or less common in spots on outer reefs in S. E. Alaska. I have it from Ketchikan, Prince of Wales island, Baranof island and west coast of Vancouver island."

この分布上の不連続に関しては DALL (1921) は次の通り述べている。

"We find also a certain number of species still persisting in the region of North Japan, the Kurile Islands, and southern Kamtschatka, which are also found in the Oregonian and northern California faunas, but not in the Aleutian region between their present habitats. These are probably relics of the time when

warmer seas extended to the north and a gradual refrigeration exterminated them in the intervening area. Such a species is *Haliotis kamtschatkana*."

エゾアワビについてはこの様な問題が残されているが、その解決には先ず太平洋両岸の標本を直接比較せねばならぬし、*gigantea*, *sieboldii* 等に介在する分類学的疑義を解決するには単に貝殻の形態学的特徴のみに頼る事なく、この特徴を多くの材料について測定を行つて統計的に吟味し、更に多数の材料について解剖学的・生態学的・発生学的等できるだけ多方面から研究を進めて結論を導き出さねばならない。

著者は先ず *gigantea*, *sieboldii*, *discus* について比較を行つていた所、1946 年鹿児島県下の一特殊区域に於て意外にも極めて普通にエゾアワビ型の棲息する事実を知るに及び、これら全種を一括して根本的に検討する必要に迫られ、その第一段階として米国北太平洋岸に於ける *kamtschatkana* と東洋産エゾアワビとの比較を企図した。幸い GHQ 天然資源局 (NRS) に勤務せし Dr. KASK 及び Dr. SHAPIRO の尽力により California Academy of Science の Dr. HANNA から Alaska 産 *H. kamtschatkana* の標本を多数送られ、直接両者の比較をする機会に恵まれた。その結果図らずも両者が別種であつて日本産エゾアワビは *kamtschatkana* に非ずして *discus* の変種であるという結論に達し、こゝに *discus hannai* なる一変種を設定した。^{2) 3)}

本研究に於てはこの問題に重点を置きアワビの増殖上目下の処最も捷徑にして効果的と考えられるエゾアワビの南方移殖に関する学問的根拠を明らかにすると共に *gigantea*, *sieboldii*, *discus* の各種について生態学的及び形態学的方面から相互の類縁関係を明らかにし、本邦産アワビの重要種について新しい見解を確信するに至つた。

研究資料及び方法

Material and Methods

前述の5種類のアワビ類の特徴を比較するに用いた材料は第11表の通りである。

軟体部に於ては上足突起の構造及び歯舌を主なる比較部位とした。貝殻は外形・脹らみ・殻頂の位置・彫刻・厚さ・内唇の幅・色彩等に於て種に依る相違を認めたので、これを統計的に検討するため計測を行つた。

即ち先ず殻背の附着生物を十分に除去してから第20図の通り殻長(L)・殻幅(B)・殻高(H)・螺頂高(A)・内唇の側部中央に於ける幅(I)をディバイダーによつて測定し、殻重量(W)を測定した。

-
- 1) 1946-4-28 日本水産学会年会に於て講演(猪野 峻: エゾアワビとクロアワビの種的異同について)
 - 2) 1949-4-7 日本水産学会年会に於て講演(猪野 峻: 極東産エゾアワビと米国産エゾアワビ)
 - 3) 1949-5-7 日本生物地理学会に於て講演(猪野 峻: 日本産アワビの分布)

第 11 表 材料の産地及び個数
Table 11. Locality and number of materials used

種 名 Species	産 地 Locality	材 料 数 No. of materials
<i>H. discus hannai</i>	北海道一泊・奥尻 Tomari, Okujiri—Hokkaido	397
	岩手県一重茂 Omoi—Iwate Pref.	200
	宮城県一小竹・田代 Onake, Tashiro—Miyagi Pref.	69
	鹿児島県一東長島 Higashi-nagashima —Kagoshima Pref.	287
<i>H. kamtschatkana</i>	Edna Bay, Koscusko Island, Alaska	94
<i>H. gigantea</i>	千葉県一岩和田・小湊・江見・太 海・勝浦 Iwawada, Kcminato, Emi, Futomi, Katsuura—Chiba Pref.	296
<i>H. sieboldii</i>		330
<i>H. discus</i>		455
	青森県一深浦 Fukaura—Aomori Pref.	129

$B/L \times 100 \cdot H/L \times 100 \cdot I/B$

$\times 100 \cdot A/H \times 100$ 及び W/L

HB の五つの値について比較

したが、 $A/H \times 100$ の値は螺頂の殻高に対する関係位置を示したもので、100 以上の値は螺頂が殻高以上に凸出することを示す。 W/LHB の値は殻の厚さを直接測定する代りに用いた計算値で、瓦単位の殻の重量を綱単位の殻長・殻幅・殻高の相乗積で除したものである。これを貝殻

の重厚率と呼ぶ。重厚率の大小は実際の標本に於ける殻質の厚薄の感じとよく一致する。

殻背の凹凸度を数量的に吟味するためには殻背中央部を横に切る一定直線距離 (B') とその両端間の凹凸に沿うて曲線計によつて測つた曲線の長さ (B'') との比を求めた。これがため先ずガタパーチャー (guttapercha) を $35 \sim 40^\circ C$ の熱湯で加温し適度に軟かい状態となし殻背中央部を横切つて圧着させてから冷却し、ガタパーチャーの硬化するに及んで之れを貝殻から剥離し、略々その中央で横に切断、切断面を紙面に於て、凹凸の状態をそのまま紙上に写し測定に供した。

研究 結果

Results obtained

(A) 日本産エゾアワビの分類学的

検討

Taxonomic discussion of *Haliotis discus hannai*

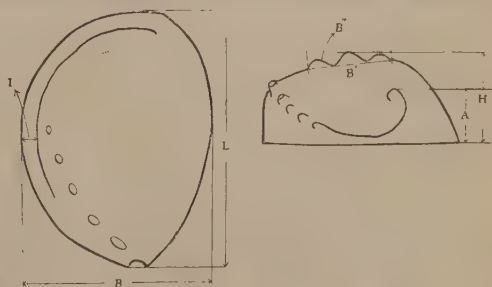
I 米国産 *kamtschatkana* と日本産

エゾアワビとの比較

Comparison between *H. discus hannai* in Japan and *H. kamtschatkana* in America

a. 貝 殻 shell

1. 殻長 (L): 殻高 (H): 殻幅 (B)
関係

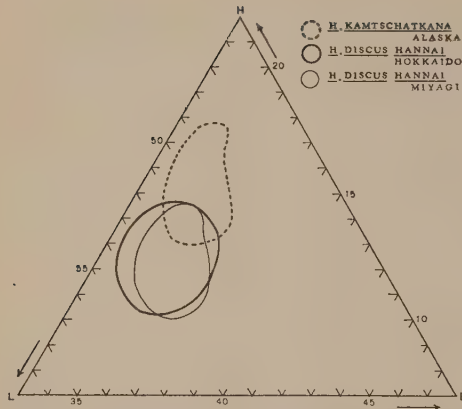


第 20 図 アワビ貝殻の測定部位

左図 腹面 右図 後側面
A…螺頂高 B…殻幅 B'…殻背一部の直線距離
B''…同上の曲線的距離 H…殻高 I…内唇幅 L…殻長

Text-fig. 20. Diagram showing the measuring points of *Haliotis* shell

A, apex height; B, breadth; B', straight distance measured on dorsal surface; B'', same distance measured on curved dorsal surface; H, height; I, breadth of inner lip; L, shell length.



第 21 図 米国産 *Haliotis kamschatkana* と日本産エゾアワビ (*H. discus hannai*) の殻長 (L): 殻幅 (B): 殻高 (H) 関係比較

Text-fig. 21. Diagram showing the difference of the length (L): height (H): breadth (B) relation of shells between *H. kamschatkana* collected in Alaska and *H. discus hannai* collected in Miyagi Pref., Hokkaido in Japan

測定値を殻長 2 cm 毎に区分し一括表示すれば第 12 表の通りである。この表によつて分る通り $H/L \times 100$ の値は日本産のものに比し米国産のものは極端に高い。変異の幅は日本産 19.0~31.2% に対し米国産 25.1~36.8% で、殻長 9~10 cm で比較すれば日本産 23~25% に対し米国産は 30% を越えている。

$B/L \times 100$ の値は日本産のものの変異の幅は 62.5~74.2% に対し米国産は 66.7~73.5% で、殻長 9~10 cm の範囲で比較すれば日本産 67~68% に対し米国産 70% で米国産の方が比較的幅が広く、日本産の方が長形のものが多い。

更に殻長と殻高と殻幅の測定値の総和に対する個々の値の百分率を算出して三角座標に記入すると第 21 図の通りである。この図では点の分布範囲が狭小なので座標の 1 部を特に拡大して示してあるが、上記の関係が一層明瞭であり実際の標本についての観察結果とよく一致する。

2. 螺頂の殻高に対する関係位置及び内唇の幅の殻幅に対する割合

第 12 表に示す通り前者 ($A/H \times 100$)、後者 ($I/B \times 100$) 両者間に相違が認められない。然し前者の成長に伴う計算値の変化を見ると、日本産は成長するに従つて一般に数値が減じ螺頂が低く殻高が高く成る傾向を示すに対し、米国産は逆に数値を増し幼時の形態に根本的な相違のあることを思わせる。

3. 殻背面の彫刻及び凹凸度

共に殻背は起伏が多いが試みに代表的なものとして北海道産 50 個を選び、凹凸度 (B''/B') を比較した結果は第 13 表の通りで米国産の方が稍凹凸が少い。又呼水孔列の左側域には両者間に著しい差異が認められる。即ち日本産は比較的単調でその中間呼水孔列の左下側に縦に走るかすかな螺溝を認める程度なのに対し、米国産はその螺溝が顕著でその左側が所々高く隆起してこの区域の外観を一層複雑にしている。この状態は第 22, 23 図に示した通りである。

更に殻表の彫刻を仔細に観察すると日本産のものは螺脈が単なる細条或いは細脈であるのに対し、米国産のものは稍々異り略々等間隔に規則的に発達した稍々幅の広い上面の低平の螺肋があつて、その肋間に 3~4 条の細脈が見られる。この差異を模式的に示せば第 24 図の通り

第 12 表 日本産エゾアワビと米国産 *H. kamtschatkana* の殻形の比較

Table 12. Comparison of shell form between *H. kamtschatkana* and *H. discus hannai*

種 産 殻 Sp. Loc. No.	地 長 Loc. (cm)	比 較 値 Value compared		H/L×100		B/L×100		I/B×100		A/H×100	
		平均値 Mean	標準偏差 s. d.	平均値 Mean	標準偏差 s. d.	平均値 Mean	標準偏差 s. d.	平均値 Mean	標準偏差 s. d.	平均値 Mean	標準偏差 s. d.
<i>H. discus hannai</i>	北海道 Hokkaido	3~4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		5~6	57	26.52	4.81	70.08	2.18	8.20	1.04	97.50	8.67
		7~8	221	24.92	0.17	67.44	2.10	8.50	0.92	99.44	7.34
		9~10	99	24.92	1.78	67.50	1.87	8.46	0.77	96.79	7.38
		11~12	10	26.20	1.73	66.80	2.24	8.45	0.54	93.00	7.20
		13~14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		15~16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		17~18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	岩手 Iwate Pref.	3~4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		5~6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		7~8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		9~10	200	24.75	1.99	68.64	3.40	9.18	0.90	100.30	7.70
		11~12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		13~14	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		15~16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		17~18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	宮城 Miyagi Pref.	3~4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		5~6	1	24.60	—	71.50	—	8.70	—	106.40	—
		7~8	29	24.34	2.21	68.46	2.03	8.61	1.75	100.77	8.80
		9~10	13	23.42	2.14	68.65	1.43	8.75	1.32	96.45	7.80
		11~12	11	23.73	1.54	68.04	2.19	9.15	0.73	85.22	5.80
		13~14	9	25.50	—	68.50	—	9.80	—	85.80	—
		15~16	6	25.40	—	70.30	—	10.00	—	85.00	—
		17~18	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>H. kamtschatkana</i>	Alaska	3~4	5	26.80	—	71.25	—	9.02	—	92.38	—
		5~6	13	27.34	1.70	69.26	1.81	8.90	0.78	94.04	4.40
		7~8	15	28.43	1.91	69.30	1.84	8.41	0.56	95.15	5.65
		9~10	33	30.86	2.44	70.31	2.09	8.62	0.90	96.75	4.85
		11~12	27	32.16	2.24	70.20	1.85	9.10	0.95	96.20	6.70
		13~14	1	33.80	—	70.00	—	8.90	—	86.30	—
		15~16	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		17~18	—	—	—	—	—	—	—	—	—

第 13 表 日本産エゾアワビと米国産 *H. kamtschatkana* の凹凸度の比較

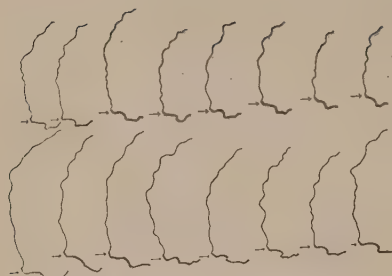
Table 13. Comparison of uneveness of shell surface between *H. discus hannai* and *H. kamtschatkana*

種	Species	<i>H. discus hannai</i>	<i>H. kamtschatkana</i>
産 地	Locality	Hokkaido, Japan	Alaska, America
測定個数	No. of materials	50	32
殻長範囲	Range in length	7.7~11.9 cm	6.5~13.0 cm
凹凸度	Amount of uneveness	1.041±0.002	1.033±0.003

である。

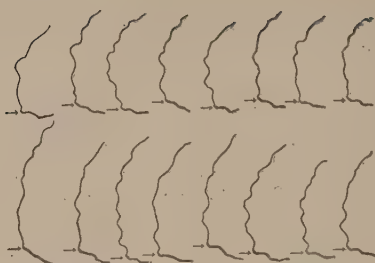
4. 重 厚 率

この値は成長するにつれ減じ逆相関の関係があるので、各地材料に共通な大いさとして殻長 7~11 cm の範囲を選び平均値を求めると第 14 表の通りである。即ち日本産 0.17~0.19 に対



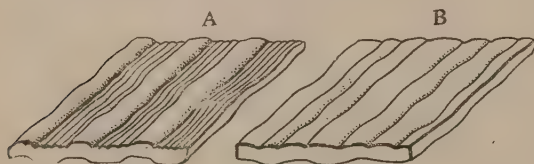
第22図 米国 Alaska 産 *H. kamtschatkana* の貝殻横断面 (矢印は呼水孔の位置を示す)

Text-fig. 22. Transverse section of shells of *Haliotis kamtschatkana* collected in Alaska. Arrows show respiratory pore.



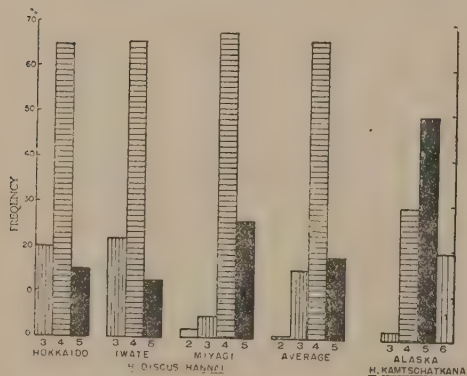
第23図 北海道産エゾアワビの貝殻横断面 (矢印は呼水孔の位置を示す)

Text-fig 23 Transverse section of shells of *Haliotis discus hannai* collected in Hokkaido, Japan. Arrows show respiratory pore.



第24図 米国 Alaska 産 *H. kamtschatkana* (A) と日本産エゾアワビ (B) の殻背彫刻の比較

Text-fig. 24. Comparison of shell sculptures between *Haliotis discus hannai* (B) and *Haliotis kamtschatkana* (A)



第25図 日本各地産エゾアワビと米国 Alaska 産 *H. kamtschatkana* の呼水孔数出現率の比較 (横軸の数字は呼水孔数を示す)

Text-fig. 25. Difference in number of respiratory pores between *H. discus hannai* collected in Hokkaido, Iwate, Miyagi and *H. kamtschatkana* collected in Alaska

りである。

第14表 日本産エゾアワビと米国産 *H. kamtschatkana* の重厚率の比較

Table 14. Comparison of solidity of the shells between *Haliotis discus hannai* (A) and *Haliotis kamtschatkana* (B)

Sp.	Loc.	測定値 Value	重厚率 Solidity W/LHB
A	北海道 Hokkaido	297	0.181 ± 0.0008
	岩手 Iwate Pref.	200	0.188 ± 0.0008
	宮城 Miyagi Pref.	46	0.176 ± 0.0015
B	Alaska	94	0.144 ± 0.001

* 個数 No. of material

し米国産は 0.14 で遙かに貝殻が薄くて軽い。

5. 呼水孔数

呼水孔数は個体に依り日本産は 2~5, 米国産は 2~6 の変異があり, 日本産では 6 個を有するものは見られない。各産地毎に各孔数を有する個体の出現率を求め図示すれば第 25 図の通りである。

この図に依つてわかる通り、日本産のものでは 4 個のものの半数以上を占め平均 67% に達し、5 個 16.9%, 3 個 15.3%, 2 個 0.8% に対し、米国産は 5 個が約半数 (49.3%), 4 個 29%, 2, 3 個各 1% で日本産には認められない 6 個のものが 19.4% も出現する。

6. 殻背の色彩

日本産のものは一般に全面緑色又は汚褐色或いは両者の混じた色彩を呈するに對し、米国産は非常に鮮麗で大多数のものは赤色又は赤橙色地に緑色又は白色を混じたもので、螺頂から外唇に走る螺肋 (第 3 項参照) 上には特に鮮やかな白斑又は赤橙色の斑紋が交互に断続する。

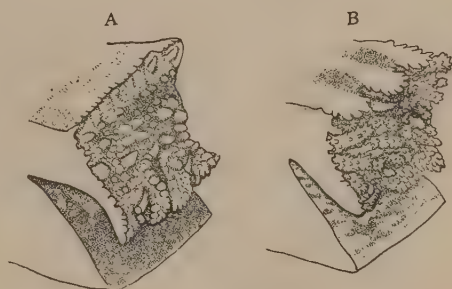
b. 軟 体 部 Soft part

1. 上足の構造

上足は第 26 図に示す通り足の背部側面が横に突出した部分で、頭部の左右両眼柄・触角・吻の位置する部分を除いては貝殻の腹縁に沿い体の全縁を圍繞する。

アワビに於てはこの上足が他の腹足類に比し特に発達し構造は精緻を極めていゝるが 日本産の各種間には明瞭な構造上の差異が見られる。

上足について米国産 *H. kamtschatica* 及び日本産エゾアワビの構造を模



第 26 図 米国 Alaska 産 *H. kamtschatica* (A) とエゾアワビ (B) の上足構造の比較

Text-fig. 26. Comparison of epipodial processes between *Haliotis discus hannai* (B) and *H. kamtschatica* (A)

式的に示すと、第 26 図の通りで米国産は上足の上下両縁が細かい鋸歯状を呈するも直線的で切れ込みのないのに対し、日本産のものは深い切れ込みがあり、切れ込みと切れ込みの間は掌状に分岐し、突出している。更に上足突起は米国産疣状なるに對し、日本産は角状突起上に更に角状突起が発達して樹枝状となり、日本産の方が一層複雑な外觀を呈する。

2. 歯舌の形態

歯舌は食性の項に於て述べた通り食物の咀嚼器官で多数の歯列が前後に連続しリボン状をしているが観察が困難である。中央歯 (central tooth) 1, 側歯 (lateral teeth) 5, 縁歯約 100 で、米国産と日本産を比較すると歯数には相違なく、共に歯式は $\infty + (3+2) + 1 + (2+3) + \infty$ で示されるが、各歯の形には第 13 図 B 及び C の通り若干の相違が認められる。特に中央歯は米国産の方が長方形で横幅:縦長の比は米国産 2.2 に對し日本産 1.6 である。

3. 足背の色彩

上足下側の足背斜面は、米国産は黒色地に小白点が散在したものなのに対し、日本産は黒色

地に白点の雲状斑があり上足部には略等々間隔に各側約 10 ケ所に於て黒色の横帯が走る（第 26 図）。

之れを要するに貝殻では形態・色彩・殻表の彫刻軟体部では上足の構造・歯舌・色彩等に於て従来同一種とされてきた両者間に著しい相違が認められる。然かも貝殻の彫刻，上足の構造はアワビ属としては種に依り固定した標徴であるから両者を同一種とすることは妥当でない。

こゝに上述した両者の特徴を JONAS (1845) の原記載及び REEVE & SOWERBY (1845) の記載した *kamtschatkana* の特徴と比較して見ると，米国産は *kamtschatkana* と同定されるが，日本産には当てはまらない。即ち *kamtschatkana* の貝殻としての彫刻の特徴については “spirally striated and ridged, ridges flatly obtuse rather distant, transversely obliquely full of conspicuous waved swellings, left side rather swollen” とあり，貝殻の色彩については “exterior tessellately variegated with bright red and green, spiral ridges articulated with red and white” と記載されているが，これ等はこゝに観察記述した米国産標本についてのみ一致する点である。



第 27 図 日本産アワビ重要種間に見られる上足突起形態の相違を示す模式図

1...*gigantea*, 2...*sieboldii*
3...*discus*

Text-fig. 27. Difference in the structure of epipodial process between *Haliotis gigantea* (1), *H. sieboldii* (2) and *H. discus* (3)

II 日本産エゾアワビをクロ (discus) の変種と認めるに至つた理由

Relationship between *Haliotis discus* and *H. discus hannai*

オホック海産のアワビ類は前述した通り MIDDERDORFF (1847) により *kamtschatkana* と同定されて以来，邦産エゾアワビは DUNKER (1861), SCHRENCK (1867), LISCHKE (1869), KÜSTER (1883), 岸上 (1894) 等により *gigantea* の synonym とされたが，岩川 (1919) により再び *kamtschatkana* とされ今日に至つた。

又 PILSBRY (1895) は DUNKER 等が全部 1 種と考えた *gigantea* から *kamtschatkana* のみを分離して *gigantea discus* なる変種とした。

前項に述べた様にエゾアワビは *kamtschatkana* とは別種であり，更にアワビ属各種間の類縁関係を後記する種々の点から考察すると DUNKER, SCHRENCK, LISCHKE 等が考えた様に *discus*, *sieboldii* を *gigantea* の synonym とすることは妥当でない。*gigantea*, *sieboldii*, *discus* の 3 種が各々独立した種と考えるのが妥当である。

又更に次に述べる形態学的及び生態学的根拠よりすると、従来 *kamtschatkana* と称せられたエゾアワビは *gigantea*, *sieboldii*, *discus* の 3 者中 *discus* と同一種或いは最も近似した種類と考えられる。

a. 形態学的理由 Morphological

1. 上足の構造

エゾアワビの上足の構造は既に第 26 図に示したが *gigantea*, *sieboldii*, *discus* の上足横断面は第 27 図の通りであつて、エゾアワビと *discus* とは同一構造の上足を持つてゐる。即ち他が上足部に単に上足触角のみで一面皺状をなすか (*gigantea*)、疣状突起を生ずる (*sieboldii*) に対して、*discus* とエゾアワビは角状突起に更に角状突起を分枝して樹枝状を呈し外観最も複雑である。

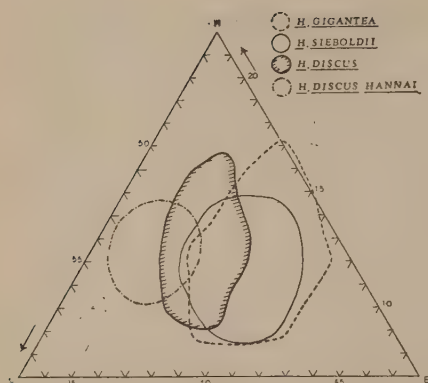
2. 殻 形

之等 4 種中エゾアワビと *discus* は分類上最も論議の多かつたことは前述した通りであるが、その主なる理由は殻形の類似にある。第 12 表でエゾアワビの貝殻の測定値を示し第 15 表で *discus* の測定値を示したが、この両者の関係は *gigantea*, *sieboldii* を含めた 4 種の殻長・殻幅・殻高関係を示した三角座標で見ると一層明瞭である (第 28 図)。又これ等第 12 表及び第 15 表に於て殻長と殻形の関係を見ると夫々成長に伴つて殻形が変化することが分るが、こ

第 15 表 *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 3 種間に於ける殻形の比較

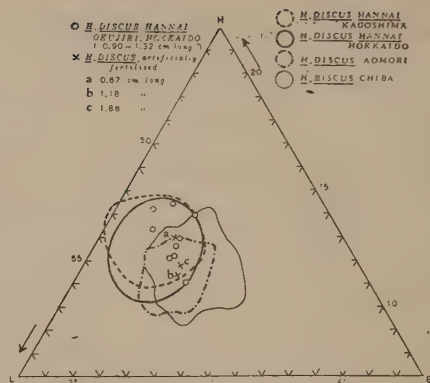
Table 15. Comparison of shell form between *H. gigantea*,
H. sieboldii and *H. discus*

種 Species	比 較 値 Values compared Length(cm) No.		H/L×100		B/L×100		I/B×100	
	殻長	No.	平均値 Mean	標準偏差 S. D.	平均値 Mean	標準偏差 S. D.	平均値 Mean	標準偏差 S. D.
<i>gigantea</i>	9~10	25	20.38	1.47	77.16	1.19	12.82	1.15
	11~12	20	20.65	1.11	78.54	1.37	11.95	1.84
	13~14	35	22.14	0.99	78.87	1.04	11.55	1.51
	15~16	46	23.12	1.43	79.43	1.84	12.10	1.36
	17~18	30	25.93	0.99	80.53	1.72	11.96	1.03
	19~20	72	29.25	1.40	85.13	1.61	12.65	1.45
	21~22	54	28.00	1.48	84.40	—	12.59	1.23
<i>sieboldii</i>	9~10	14	21.28	2.45	76.28	1.83	11.35	0.98
	11~12	40	23.05	1.89	79.54	2.76	10.72	0.84
	13~14	101	24.22	2.90	80.25	2.88	11.16	1.14
	15~16	99	24.32	2.63	80.83	2.68	11.54	1.11
	17~18	40	25.97	2.98	81.30	2.76	11.70	1.10
	19~20	6	27.00	—	82.40	—	10.65	—
	21~22	1	27.30	—	78.80	—	11.60	—
<i>discus</i>	9~10	70	22.71	1.06	72.94	1.34	11.04	0.43
	11~12	82	23.65	4.28	73.92	2.18	11.36	0.89
	13~14	94	25.63	3.14	73.87	2.24	11.68	1.00
	15~16	58	27.34	4.44	74.13	2.20	11.98	1.24
	17~18	22	26.18	2.89	74.00	2.38	12.09	0.78
	19~20	7	29.81	—	73.94	—	11.85	—
	21~22	1	29.40	—	73.50	—	12.00	—



第28図 日本産アワビ重要種の殻長 (L): 殻幅 (B): 殻高 (H) 関係比較

Text-fig. 28. Diagram showing the length (L): height (H): breadth (B) relation of shells of Japanese abalones, *Haliotis gigantea*, *H. sieboldii*, *H. discus* and *H. discus hannai*



第29図 エゾアワビと *H. discus* に於ける成長に伴う殻長 (L): 殻幅 (B): 殻高 (H) 関係の変化比較

Text-fig. 29. Growth diagram showing the change in length (L): height (H): breadth (B) relation of shells of *Haliotis discus* and *Haliotis discus hannai*

の成長傾向は *discus* とエゾアワビでは稍々異つている。試みに北海道産エゾアワビと千葉県産 *discus* について分類上査定の確実な幼形資料を中心として爾後の成長に伴う殻形の変化が如何になるかを三角座標で示せば第29図の通りである。種が2つ以上ある場合、アワビでは幼形の査定は頗る困難で殆んど不可能に近い。この場合幼形資料としては人工受精により得たる殻長 0.67, 1.18, 1.86 cm の *discus* の稚貝 (発生学的研究の章参照) 及び他種との混合絶無と考えられる北海道奥尻産の 0.90~1.32 cm の稚貝を選んだ。この図に依つてわかる通り成殻に於ては比較的相違が顕著なるも本来同一種に近いもので環境の相違により異方向の成長を遂げたものであることが認められる。

3. 歯 舌

エゾアワビと *discus* 両種の歯舌は第13図A及びBの通りで殆んど相違を認め得ない。

b. 生態学的理由 Ecological

1. エゾアワビの *discus* 棲息域への移殖による殻形の変化

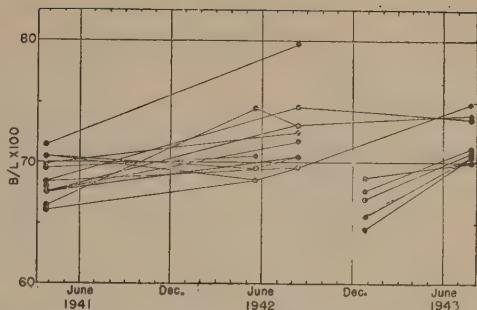
エゾアワビを *discus* 棲息域に移殖した場合エゾアワビは殻長の増加率に対して殻幅の増加率の方が大で貝殻の外観 *discus* 型を呈するに至る。

第30図は1941年4月及び1942年12月25日千葉県水産試験場に於て岩手県から千葉県安房郡白浜地先に移殖したエゾアワビについて $B/L \times 100$ の値の変化を示したものであり、第31図は材料の一部貝殻を撮影し形態の変化を示したものである。 $B/L \times 100$ の値は移殖当初 第12表に示すエゾアワビの数値と同じく 64.4~71.4 であつたものが、移殖後漸次殻幅増加率

が殻長増加率を凌駕して7~17箇月後にはその殆んどが70~75に増加し最大79.8に及んでいる。これ等の数値は第15表の通り *discus* の示す値であつてエゾアワビ型の貝殻が移植によつて *discus* 型に変化した事実を物語るに他ならない。

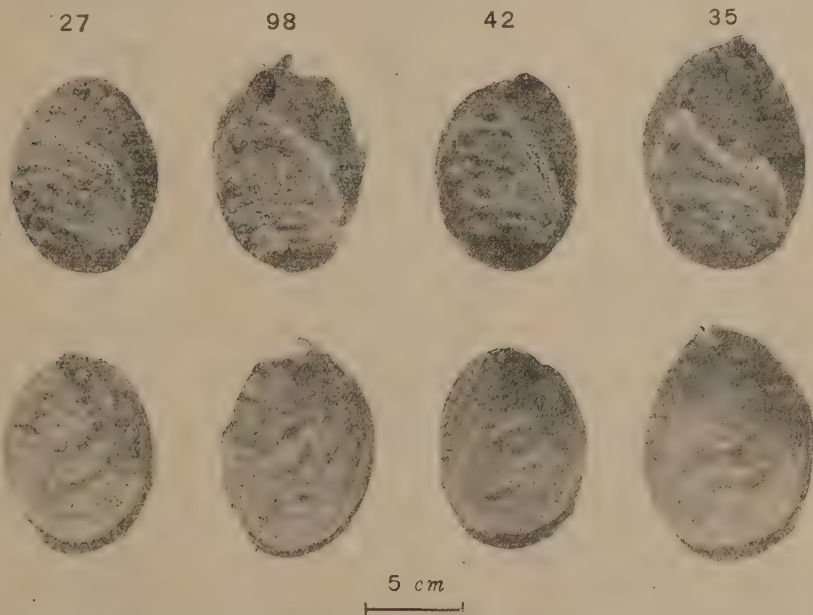
2. *discus* 型棲息域の特殊海区に於けるエゾアワビ型の出現

前章に於てエゾアワビ型のアワビを *discus* 棲息域に移植した場合 *discus*



第30図 岩手県産エゾアワビの千葉県移植による殻幅(B)/殻長(L)×100の変化

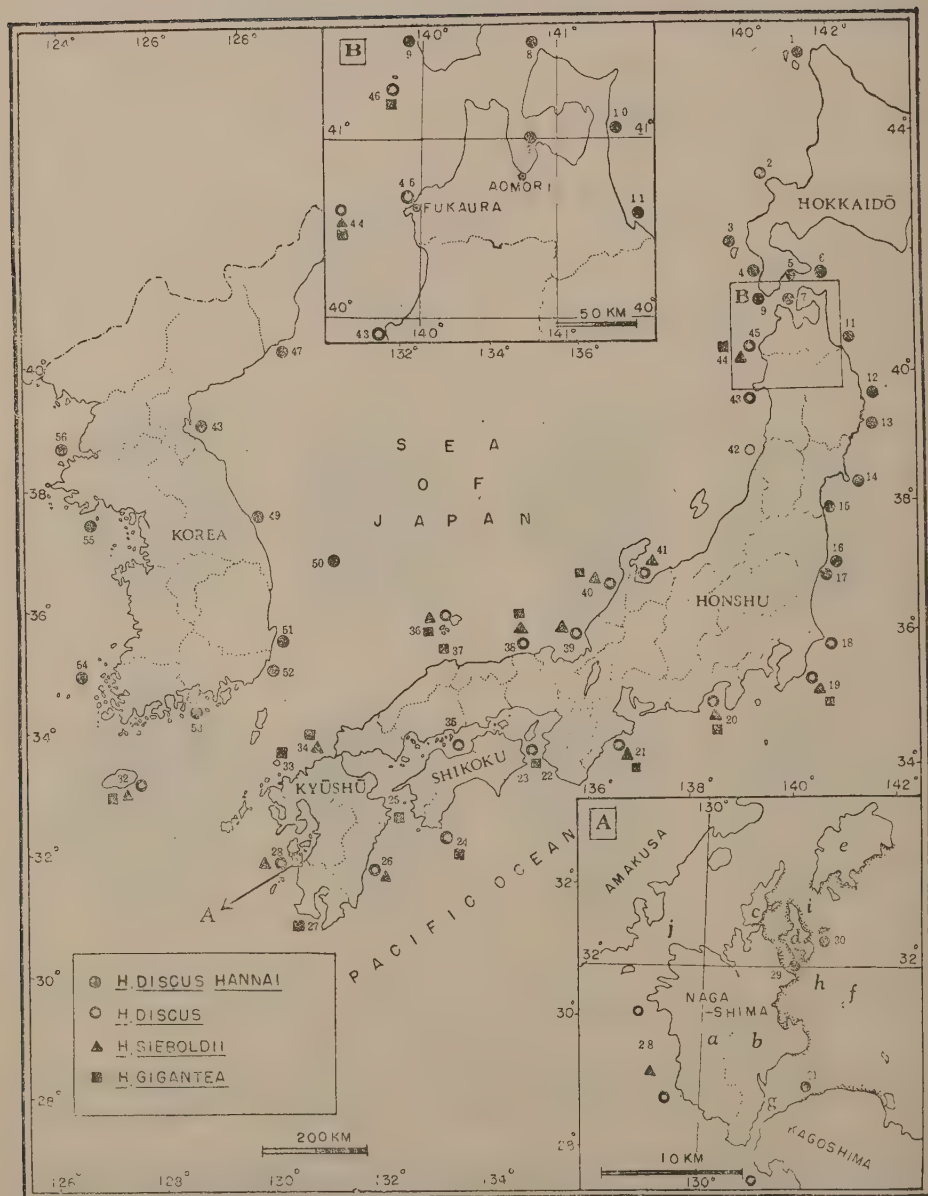
Text-fig. 30. Change of shell form ($B/L \times 100$) of *Haliotis discus hannai* collected in Iwate Pref. caused by transplantation to Chiba Pref.



第31図 岩手県産エゾアワビの千葉県移植後に於ける殻形の変化を示す (No. 27, 35 は 1940 年 4 月 26 日放養→1941 年 8 月 9 日取揚, 他は 1940 年 4 月 26 日放養→1941 年 5 月 1 日取揚)

Text-fig. 31. Change of shell form in *Haliotis discus hannai* caused by transplantation from Iwate Pref. to Chiba Pref. No. 27, 35 were cultured from April 26, 1940 to August 9, 1941 and others from April 26, 1940 to May 1, 1941. White lines show original forms.

型に貝殻の変化する事実を述べたが天然の分布を見ても *discus* 型棲息域と雖もエゾアワビ型棲息域と環境の類似した特殊海区にはエゾアワビ型が産する。即ちこれ迄エゾアワビの産地として報告された所では第32図の通り日本海岸では津軽海峡、太平洋岸では茨城県大津がその



第 32 図 極東産アワビ重要種の地理的分布

Text-fig. 32 Natural distribution of important abalones in the Far-Eastern waters

- | | | |
|---|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 利尻・礼文島 (木下)
Rishiri-tō & Rebun-tō | 20. 駿河湾 (大山)
Suruga Bay | 39. 福井 (黒田・古川・窪田)
Fukui |
| 2. 後志 (岩川・木下)
Shiribeshi | 21. 安乗 (猪野)
Anori | 40. 石川 (市村)
Ishikawa |
| 3. 奥尻 (木下)
Okujiri-tō | 22. 淡路島 (矢倉)
Awaji-shima | 41. 富山 (菊地)
Toyama |
| 4. 江差 (木下)
Esashi | 23. 徳島 (岩川)
Tokushima | 42. 山形 (野村・神保)
Yamagata |
| 5. 函館 (岩川・木下)
Hakodate | 24. 高知 (岩川)
Kōchi | 43. 男鹿半島 (渡部・西村)
Oga Peninsula |
| 6. 恵山岬 (山口)
Point Esan | 25. 豊後 (岩川)
Bungo | 44. 久六島 (猪野・田子)
Kyūroku-jima |
| 7. 浅虫 (岩川・高槻・野村)
Asamushi | 26. 宮崎 (黒田)
Miyazaki | 45. 深浦 (猪野)
Fukaura |
| 8. 大間岬 (大野)
Point Oma | 27. 鹿児島 (岩川)
Kagoshima | 46. 小島 (田村)
Ko-jima |
| 9. 福山 (木下)
Fukuyama | 28. 西長島 (猪野)
Nishi-nagashima | 47. 泗浦 (内田・山本)
Shipo |
| 10. 白糠 (大村)
Shiranuka | 29. 宮浦 (猪野)
Miyaura | 48. 黄土島 (内田・山本)
Hanto-do |
| 11. 八戸 (岩川)
Hachinohe | 30. 伊唐島 (猪野)
Ikara-jima | 49. 注文津 (内田・山本)
Chumunjin |
| 12. 重茂 (佐々木)
Omoi | 31. 長崎鼻 (猪野)
Nagasaki-bana | 50. 鬱陵島 (内田・山本)
Ullung-do |
| 13. 大槌 (岩川)
Ozuchi | 32. 濟州島 (内田・山本)
Cheju-do | 51. 甘浦 (内田・山本)
Kampo |
| 14. 松島 (岩川・野村・畑井)
Matsushima | 33. 壱岐 (岩川)
Iki | 52. 方魚津 (内田・山本)
Panwojin |
| 15. 荒浜 (岩川)
Arahama | 34. 福岡 (高橋・岡本)
Fukuoka | 53. 麗水 (山本)
Yosu |
| 16. 小名浜 (野村・角田)
Onahama | 35. 広島 (滝蔵)
Hiroshima | 54. 梅花島 (内田・山本)
Maehwa-do |
| 17. 大津 (岩川)
Ōtsu | 36. 隠岐 (中井)
Ōki | 55. 飛鶴島 (内田・山本)
Piap-to |
| 18. 銚子 (猪野)
Tyoshi | 37. 出雲 (岩川)
Izumo | 56. 椒島 (内田・山本)
Su-do |
| 19. 小湊 (岩川・猪野)
Kominato | 38. 兵庫 (矢倉)
Hyogo | |

(Map A)

- | | | |
|------------------------------|--------------------------|--|
| a. 西長島村
Nishi-nagashima | e. 獅子島
Shishi-jima | i. 目吹瀬戸
Mebuki-no-seto |
| b. 東長島村
Higashi-nagashima | f. 七尾島
Nanao-jima | j. 長島海峡
Nagashima Channel |
| c. 諸浦島
Shōura-jima | g. 黒瀬戸
Kuro-no-seto | エゾアワビ型棲息域
Area where <i>H. discus</i> |
| d. 伊唐島
Ikara-jima | h. 八代海
Yatsushiro-kai | hannai inhabited |

分布上の南限であるが、著者の調査した所に依ると九州の南端鹿児島県の一部に完全なるエゾアワビ型を産し、両者分布区域の中間海区たる青森県下日本海岸の深浦附近では両者の中間型を産することがわかつた。以下この二特殊海区のアワビについて述べる。

(鹿児島県東長島の例)。

第 32 図 A に示す通り東長島 (b) は鹿児島県の西北・天草島と本島との間に介在する長島の東半部を占める一村であつて八代海 (h) に面する。長島は北に連なる伊唐島 (d)、諸浦島 (c)、獅子島 (e) 等と共に八代海の南境を形成し九州本島及び各島との間に黒瀬戸 (g)・伊唐瀬戸・日吹の瀬戸 (i) 等狭長な水路を残している。この附近に於けるアワビ属の棲息状態は第 32 図の通りで外洋に面した西長島 (a) には *discus*, *sieboldii*, *japonica* 及び極めて僅か乍ら *gigantea* を産し他の暖流海区と同じく主として夏期機械潜水夫に依り漁業が行われている。これに対して八代海に面する反対側の東長島及びその附近島嶼のアワビは形態著しく異り矮小なためアワビにしてアワビに非ざるアワビとの意味からナガラメ (トコブシの方言) と称し、同県に於ける本種の禁漁期たる 12~3 月の候に三陸・北海道等と同じく主として釣漁具により然も夜間干潮時燈火を用いては船上から採捕し同地方農民の正月の食膳を賑わしている。このアワビは大部分エゾアワビ型で極めて稀に *sieboldii* を産する。軟体からすれば前者の上足は全く第 27 図に示したエゾアワビ及び *discus* の型に属し、貝殻の形態は外観も全く寒海産のエゾアワビと同じである。貝殻各部の計測値から求めた $L/H \cdot B/L \cdot I/B \cdot A/H$ その他の数値呼水孔数等も第 16 表の通り完全にエゾアワビ型に属することを示しているが、 $L \cdot H \cdot B$ の値から求めた三角座標も第 29 図の通り明瞭にこの事実を肯定している。

この様に僅かな距離を隔てゝ分布上の奇現象が見られる原因については今後の研究特に移植試験等に依り究明されねばならぬが、著者は以下に述べる様に *discus* が八代海という特殊環境に影響されて貝殻の変化を来したものと考える。

島の東西即ち八代海と外洋を海洋学的に比較した場合西側が純外洋性なのに対し、東側は水深が浅く (最深度 53.4 m) 之れを圍繞する大小の島々の間の僅かな水路に依つてのみ外海と通じ淡水の流入多い八代海が極端に陸水的性質を帯びることは容易に想像されるが、1937 年 10 月神戸海洋気象台春風丸の行つた調査結果により長島東西の海況を比較しても硫酸塩の含量・塩分量に於て顕著な相違が見られる。又同調査に依れば陸水の影響を受けること多大なため八代海内部では透明度も 4~8 m、水色 4~7 で著者が伊唐島で採集したアワビの大部分は甚しく浮泥を被つていた。

更にこの海域の大きな特徴は黒瀬戸・伊唐瀬戸等島間の水路を以つて外海と交通し干満の差が大なために局部的に、温度その他が不連続の所が出来易く水塊の移動が盛んでその間外海の

水塊と陸水系の水塊が混合又は接触し、同一地点に於ても時々刻々海況が変化して頗る複雑な様相を示していることである。

この様な長島東西両岸に見られる海況の相違は *discus* 棲息域たる純暖流海域と寒暖両流の影響を受けて環境条件の変化多く低鹹なエゾアワビ棲息域との間に見られる相違に近いものであつて、外的条件の変化が多いという環境上の特殊性が *discus* の貝殻に変異を生じさせたものとする。

(青森県深浦の例)

青森県沿岸のアワビについては田子(1931)が津軽海峡、太平洋岸にはエゾアワビが、日本海岸には対島暖流に沿ひ南から久六島迄 *gigantea*, *sieboldii*, *discus* が分布すると述べ、高槻(1927)は陸奥湾産をエゾアワビと報告している。

同県以南の日本海岸については西村・渡部(1943)が秋田県男鹿半島から *discus* を報告しているに対し、それより更に南の山形県からは野村・神保(1922)が *kamtschatkana* を目録

第 16 表 特殊海域(深浦及び東長島)に於ける *discus* 型アワビと北海道産エゾアワビ及び *H. discus* (千葉県産)との殻形比較

Table 16 Comparison of shell forms between *H. discus* in Chiba Pref., *H. discus hannai* in Hokkaido and their intermediate forms found in Fukaura, Aomori Pref. and Higashi-nagashima, Kagoshima Pref. Figures in parentheses show number of materials used.

比較値 Values compared	産地 Locality 殻長 Length (cm)	青森県深浦 Fukaura, Aomori Pref.	鹿児島県東長島 Higashi- nagashima, Kagoshima Pref.	北海道 Hokkaido	千葉県 Chiba Pref.
H/L×100	5~6	21.89 (48)	23.53 (96)	26.52 (57)	21.69 (39)
	7~8	21.96 (52)	24.27 (149)	24.92 (221)	22.29 (47)
	9~10	22.89 (23)	25.14 (34)	24.92 (99)	22.71 (70)
B/L×100	5~6	69.72	67.04	70.08	70.12
	7~8	69.82	67.35	67.44	73.25
	9~10	69.06	67.08	67.50	72.94
I/B×100	5~6	9.81	9.01	8.20	10.78
	7~8	9.73	8.67	8.50	10.60
	9~10	9.20	8.85	8.46	11.04
W/LHB×100	5~6	22.63	20.85	18.57	24.58
	7~8	21.82	20.29	18.38	23.08
	9~10	19.97	20.58	17.46	22.14
A/H×100	5~6	95.93	96.04	97.50	91.34
	7~8	92.88	93.17	99.44	86.96
	9~10	89.67	92.50	96.79	85.00
呼吸孔 出現率	2	3.8%	0.3%	0.4%	2.4%
	3	40.4	15.3	19.2	29.2
	4	54.3	70.1	65.3	61.3
	5	1.5	14.3	15.1	7.0

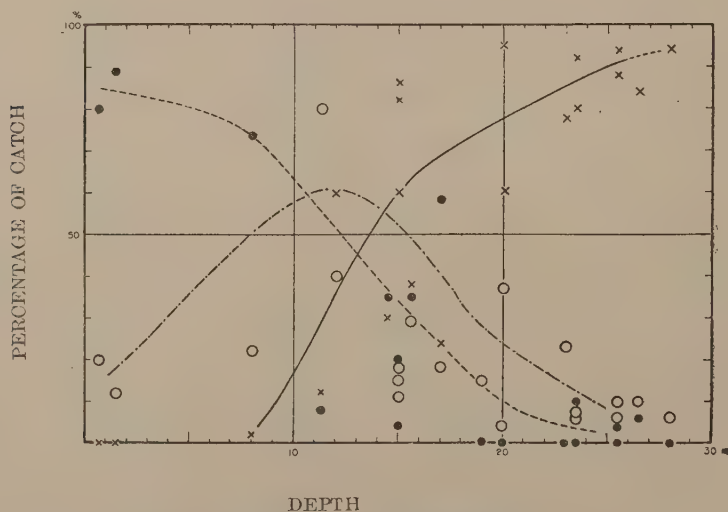
(括弧内は各区分の個数を示す)

に記載している。従来の報告に於けるこうした疑点は *discus*・エゾアワビ兩種棲息域の中間海区という観点からも調査し解決されねばならぬ問題である。著者がここに述べる深浦は第32図45の通り青森県西南に位置する一漁港で、沖合に著名な鮑漁場たる久六島(第32図B44)を擁し同漁業の中心地として有名な所である。久六島に *gigantea*, *sieboldii* 及び *discus* の3種を産するに対し、深浦沿岸には小形の *discus* のみが多く *gigantea*, *sieboldii* は全く産せぬ状態である。この陸岸近くで採取したアワビは一見外観の稍異なる *discus* 型でそれを測定した結果は第16表の通りである。この表でわかる通り貝殻の形態は明らかにエゾアワビ、*discus* の中間型である。殻長・殻幅・殻高関係を三角座標で示せば第29図の通りで、この関係は一層明瞭である。

この点から考察すると、沖合には対島暖流が南から北に流れているが陸岸には北からする下層冷水層の影響があり、更に気温の影響もあつて鹿児島県東長島の場合と同様環境条件の変化が甚しく、それが如上の変異を招来したものと考えられる。

3. 垂直分布

アワビの垂直分布については岸上(1894)が *gigantea* の老成したものは20~40尋、*discus* は最も浅い所に棲み2.3~10尋に多く、20尋以上には殆んど見ることなしと報告しているのみで詳細の報告はない。



第33図 日本産アワビ重要種の垂直分布
Text-fig. 33 Vertical distribution of *Haliotis discus*, *H. sieboldii* and *H. gigantea* in Chiba Pref.
●--- *discus*; ○- - *sieboldii*; ×— *gigantea*

第 17 表 *gigantea*, *sieboldii*, *discus* の漁獲水深比較
 Table 17 Comparison of fishing depths between *H. gigantea*, *H. sieboldii*
 and *H. discus*

水深 Depth	産地 Locality	月日 Date	<i>discus</i>		<i>sieboldii</i>		<i>gigantea</i>		計 Total
			No.	%	No.	%	No.	%	
0~1.5	鵜原 (Ubara)	1937 8-5	205	79.1	53	20.4	1	0.5	259
6~10	"	"	174	73.1	53	22.2	11	4.7	238
11~13	布良 (Mera)	1936 8-12	0		12	41.4	17	58.6	29
25~31	"	"	0		2	5.6	34	94.4	36
7.5~15	小湊 (Kominato)	1943 6-26	3	8.8	27	79.4	4	11.8	34
12~27	浜行川 (Hamanane-gawa)	7-1	2	1.2	62	37.5	101	61.2	165
16~18	小湊 (Kominato)	1944 5-9	161	57.9	50	18.0	67	24.1	278
25~26	"	5-12	2	0.9	14	6.3	207	92.8	223
14~15	"	13	25	35.7	25	35.7	20	29.6	70
26~27	"	"	5	5.1	11	11.3	81	83.5	97
25~26	"	14	7	3.1	24	10.7	194	86.2	225
15~16	"	15	40	35.4	30	26.6	43	38.0	113
18~23	"	16	0		10	5.0	194	95.0	204
23~24	"	22	12	10.2	10	8.4	96	81.4	118
15	"	23	4	2.8	21	14.7	118	82.5	143
23~24	"	25	2	0.65	18	5.75	293	93.6	313
18~20	"	26	0		27	15.9	143	84.1	170
20~26	"	29	1	0.9	27	23.2	88	76.0	116
15	"	30	1	3.9	3	11.1	23	85.0	27
15	"	31	33	21.0	29	18.5	95	60.5	157
1~3	"	6-12	65	88.0	9	12.0	0		74

著者が千葉県布良・鵜原・小湊等に於て調査した結果は第 17 表の通りで各漁獲水深の中心に於て各種の出現率を図示すれば第 33 図の通りである。

これ等の図表でわかる通り水深 15 m 以深では *gigantea* が多く、*sieboldii* が 12~13 m に多いのに対して、*discus* は最も浅く 20 m では殆んど見られない。

一方寒海産のエゾアワビは船上から釣漁具で捕獲する事実からもわかる通りその分布は浅部に限られる。岩手水試が同県越喜来湾で調査した結果に依ると距岸 18 m 水深 2.6 m では 31.4%，距岸 36 m 水深 4.6 m では 46.4%，距岸 54 m 水深 7.3 m では 22.2% を示し分布の中心は 4~5 m の範囲にある。

要之 *discus* もエゾアワビも垂直分布は共に浅く、暖寒流域に亘りその最浅層にこの同一系

続のアワビが棲息することとなる。

4. *discus* の生態学的特殊性

discus がエゾアワビと形態学的にも生態学的にも区別し難いことはこれ迄述べ来つた通りであるが、純暖流海域に分布する *gigantea*, *sieboldii*, *discus* の3種中 *discus* のみが寒流海区に迄分布区域を伸ばし、又鹿児島県東長島・青森県深浦の場合の如く暖流系アワビ属として棲息し難い環境に迄繁殖し得る事実は *discus* のみが持つ生態学的特殊性に基づくものと考えざるを得ない。

この点については既に上足突起が樹枝状を呈し3者中最も発達していることを述べたが、上足突起は体の全側面を圍繞して外側に突出する感覚上皮であり、この点から考慮しただけでも *discus* の生態的優越性が想像し得る。漁夫がアワビを捕る場合 *discus* が *gigantea*, *sieboldii* 等と混ずる場合には、先ず *discus* から採捕するのが常套手段であるが、YUNG (1896) も漁夫の言として *discus* をとるには“磯のみ”の先を音のしない様手で握つて潜水することを述べ、*discus* と *sieboldii* では *discus* の方が遙かに活潑なことを観察している。

著者は精虫活力・心臓搏動数及び運動量の3点からこの問題について実験を行い *gigantea*, *sieboldii* に比し *discus* が特異な性質を有することを知り、エゾアワビを *discus* の変種なりとする有力なる根拠を得るに至つた

(低温低鹹度状態に於ける精虫活力)

詳細は発生学的研究の項に述べた通りであるが、海水に淡水を加えて稀釈した 29.1‰ の海中では *gigantea*, *sieboldii* が生存日数を減ずるに比し *discus* では寧ろ活力を増す。又 *discus* は他の2種に比し高温に弱いが低温に強く、結局 *discus* は低温低鹹に強いことがわかつた(第4, 5 図)。

(心臓搏動数)

アワビの心臓は体の左側鰓室の直後(第26 図版 pe)にあつて腸管が貫通し、一心室二心耳よりなる。体全体貝殻を以つて覆われているので、直接心臓の搏動数を測定することは不可能であるが、心臓上部の貝殻を磨つて適當の大きさの窓を作り硝子板で覆い或いは貝殻全部を貝殻筋から注意して離脱すれば外部から直接心臓の状態を観察することが出来る。この実験では主として後者の方法に依つたが、前法との間に測定値の差異を認めず、手術に依り貝殻を失つた個体でも克く数ヶ月の飼育に堪え、盛んに摂餌して生活上異状を認めないので、観察した心臓搏動数も正常或いは正常に近い数値を示しているものと考えられる。

実験に当つては材料を收容した水槽の他に冷却又は加温槽を置いて、蛇管中を通る注入海水を外部から冷却又は加熱し温度の調節を行つた。

又高低両極端に近い温度を得るためには材料を入れた水槽を更に大きい水槽に入れ、その水を加温冷却した。

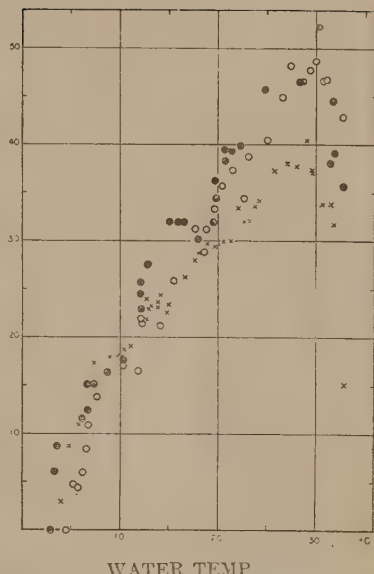
比重 1.0256 (34.5°/00) の普通海水中に於ける *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 3 種の温度と心臓搏動数の関係は第 34 図の通りである。この表でわかる通り両者間には密接な関係があつて温度の上昇に伴い何れも 29°C 位迄は略々直線的に搏動数を増し、30°C を越えると急激に減少し鼓動は不調となり 33~34°C で停止する。逆に温度が低下すると搏動数が減じ 3~4°C で心

第 18 表 低比重、低温海水中に於けるアワビの心臓搏動数 (1951 年 1 月 8 日実験)

Table 18 Change in pulse numbers of various abalones in the waters having lower salinity and lower temperatures (1951-1-8)

比 重 δ_{15}	水 温 (c)	種 類 殻 長 (cm) Species Lenth	<i>gigan- tea</i>	<i>siebol- dii</i>	<i>discus</i>
			16.5	14.7	13.7
1.025 (34.3°/00)	13.3°		27.8	25.6	26.4
1.021 (28.9°/00)		10.9	20.8	20.4	22.0
		7.8	15.2	12.0	16.0
		7.0	10.0	6.0	9.2
		6.3	9.6	7.6	8.0
		6.0	6.4	6.0	7.6
		5.5	0	5.2	8.8
		4.8		5.6	8.0
		4.5		4.4	6.8
		3.3		0	8.0
		2.3			4.0
		1.8			4.0
		1.3			3.2
		1.0			1.6
		0.6			1.6
	-0.1				1.2
	-1.0				1.2
	-1.5				1.6
	-1.6				0

PULSE NUMBER



第 34 図 *gigantea* (×)・*sieboldii* (○) 及び *discus* (●) 各種心臓搏動数 (縦軸) と水温 (横軸) の関係

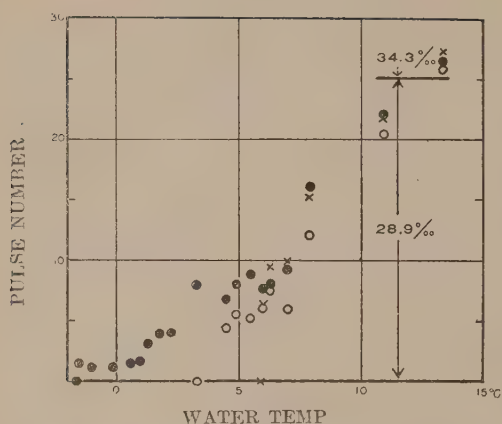
Text-fig. 34 Relation between heart-beat and water temperature in *Haliotis discus* (●), *H. sieboldii* (○) and *H. gigantea* (×)

臓の活動が停止するが *gigantea*, *sieboldii* に比し *discus* の方が稍々低温迄活動を示す。

同じ個体を用い 13.3°C・比重 1.0254 (δ_{15}) の普通海水から 10.9°C・比重 1.021 の稀釈海水に移し、爾後漸次温度を低下させた実験の結果は第 18 表の通りで、之れを図示すれば第 35 図の通りである。これらの図表でわかる通り他の 2 種に比し *discus* は普通海水の場合より特に抵抗力を増し -1.6°C に於て始めて心臓の鼓動が停止した。

(活 動 力)

アワビの種類に依つて活動力に相違のあることは前述した通り既に YUNG (1896) も指摘しているが著者は実験室内に設けたコンク



第35図 *gigantea* (×), *sieboldii* (○) 及び *discus* (●) 各種の低温低塩海中に於ける心臓搏動数の変化

Text-fig. 35 Influence of lower salinities and lower temperatures on heart-beat of *Haliotis discus* (●), *H. sieboldii* (○) and *H. gigantea* (×)

(1) 水槽に材料を收容した場合、取扱いの刺激で暫時は足蹼も触角も収縮しているが、やがて足蹼面に附着面に吸着し頭部触角・上足触角が伸長して運動を開始する。

收容後運動開始迄の時間は活動力の多い個体程短い筈なのでこの時間及び運動開始後の速度を測定した。

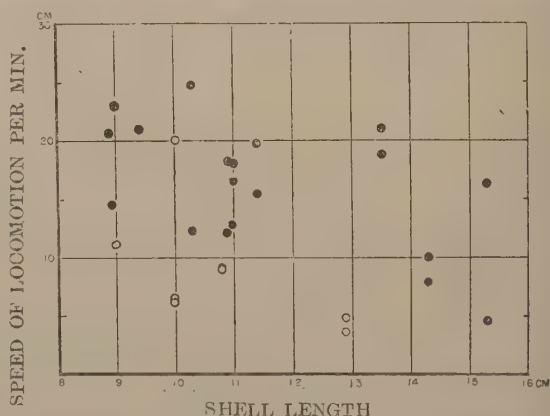
その結果は第19表の通りであつて *gigantea* は全然動かず *sieboldii* は平均 67 分で動き始め匍匐速度毎分 8.8 cm に対し *discus* は平均 21.2 分で動き始め速度 16.1 cm で *discus* が他に比し旺盛な活動力を有することを示している。

個体の大きさと匍匐速度の関係は第36図の通りで、何れの場合にも *sieboldii* は *discus* より常に遅く全体としては略々逆相関の関係が見られ大きい個体ほど速度が遅い。

(2) 逆位に静置した場合の復元速度は第20表に示す通り種類・個体の大きさに関係があり、大きいもの程時間を要し *gigantea*, *sieboldii* では復元不能のものさえある。この

リート製水槽中で *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 3種の運動速度を測定比較し、更に貝殻を下に水底に逆位に置いた場合の起き直り(復元)速度を測定して活動力比較の資料とした。これ等の問題はアワビ移植技術の改善という意味から見ても直接的な重要性を有する。

実験水槽は横に長い扇形で深さ 20 cm, 中央に於ける長さ 260 cm, 幅 85 cm である。実験を行つたのは主として千葉県小湊に於ける最低水温期(13~14°C)であるからより高温な時期にはより高い数値を示すものと考えられる。



第36図 *discus* (●) 及び *sieboldii* (○) の匍匐速度と貝殻の大きさの関係

Text-fig. 36 Relation between shell size and speed of locomotion in *Haliotis discus* (●) and *H. sieboldii* (○)

第 19 表 *Haliotis gigantea*, *H. sieboldii* 及び *H. discus* 運動力の比較
Table 19 Comparison of speed of locomotion between *H. gigantea*, *H. sieboldii* and *H. discus*

実験番号 Exp. no.	月 日 Date	時刻 Time (時間 hours)	水 温 W. t. (°C)	gigantea				sieboldii				discus						
				殻長 Length (cm)	T1	T2	T3	速度 Speed (cm/min.)	殻長 Length (cm)	T1	T2	T3	速度 Speed (cm/min.)	殻長 Length (cm)	T1	T2	T3	速度 Speed (cm/min.)
2	Jan 11	1355 (4)	13.2						12.9	35	144	96	4.8	15.3	10	213	27	16.2
3	13	0900 (3.5)	14.1						10.0	14	212	28	20.0	11.0	0	230	10	16.5
4	14	1100 (5.5)	13.2						12.9	72	202	8	3.6	15.3	0	185	25	4.5
5	18	0910 (3)	13.8						10.0	45	189	21	6.2	11.0	15	196	14	12.9
6	18	0810 (3)	14.1						12.9	—	330	0	—	15.3	—	330	0	—
7	19	1345 (3)	14.0						10.0	140	288	42	6.5	11.0	45	320	10	18.0
8	20	1910 (4)	14.6						15.2	—	180	0	—	13.5	85	135	45	20.9
9	21	1010 (3)	14.2						11.1	—	130	0	—	10.3	0	169	11	12.3
10	21	1955 (3)	13.6						15.2	—	180	0	—	13.5	43	165	15	18.7
平均値 Mean									11.1	—	180	0	—	10.3	0	156	24	24.7
									13.5	—	180	0	—	14.3	1	179	1	10.0
									10.8	19	169	11	9.0	10.9	0	119	61	18.2
									9.0	—	180	0	—	8.9	74	131	49	20.7
									13.5	—	240	0	—	14.3	37	215	25	7.8
									10.8	190	210	30	9.2	10.9	37	228	12	12.1
									9.0	93	127	113	11.1	8.9	36	201	39	14.6
									14.3	—	180	0	—	14.3	—	180	0	—
									13.0	—	180	0	—	11.4	4	101	79	19.6
									10.3	—	180	0	—	9.0	0	170	10	23.0
									12.8	—	180	0	—	13.0	—	180	0	—
									11.9	—	180	0	—	11.4	0	163	17	15.4
									11.3	—	180	0	—	9.4	16	30	150	21.0
										67.5			8.8		21.2			16.1

Note: T1...始動迄の時間 Time in minutes before the starting, T2...静止時間 Total time in minutes for resting, T3...運動時間 Total time in minutes for moving

第 20 表 *H. gigantea*, *H. sieboldii* 及び *H. discus* を逆位に置いた場合正常位に戻るに要する時間の比較

Table 20 Comparative time required for abalones to right themselves after having been placed upside down

月日 Date	水温 W. t.	殻長区分 Length (cm)	<i>gigantea</i>			<i>sieboldii</i>			<i>discus</i>		
			A/B	“ %	T	A/B	“ %	T	A/B	“ %	T
I-23, 1951	13.2-13.4°C	9~10	—	—	—	6/8	75	26.09	10/10	100	1.58
		11~12	—	—	—	5/8	62	45.56	4/4	100	1.39
		13~14	4/5	66	4.39	3/8	37.5	94.26	8/8	100	3.28
		15~16	2/6	33	7.08	0/2	0	∞	2/2	100	2.40
VIII-6, 1941	23.5°C	7~8	—	—	—	—	—	—	4/4	100	0.30
		9~10	1/1	100	0.22	3/3	100	1.03	—	—	—
		11~12	—	—	—	4/4	100	0.32	2/2	100	1.30
		13~14	—	—	—	0/1	0	∞	—	—	—
		15~16	—	—	—	1/1	100	2.02	2/2	100	2.00

A: 復元回数 Number of cases in which righting was successful

B: 実験回数 Number of tests

C: 起き直りに要した時間(分) Time in minutes required for righting

速度は環境の水温にも関係するらしく 1941 年 8 月 23.5°C で行つた結果は第 20 表下段の通りであつた。

discus はかく他種に比し活動力極めて旺盛であるが、このことは心臓搏動数・精虫活力に関する実験結果と共に *discus* が環境の変化に対して特殊な強靱性を有することを示している。

以上述べた様にエゾアワビと *discus* は形態学的特徴が近似するのみならず、エゾアワビの自然分布区域たる寒流海域から純暖流海域への移殖によつて *discus* 型への変化を認め、移殖に依らずとも環境が自然棲息環境に近似せる場合には純暖流海域でもエゾアワビ型又はエゾアワビ近似の型の産する事実を知り、更に *discus* 自体の生態学的研究よりして *discus* が純暖流海域にのみ産する *gigantea*, *sieboldii* に比し特殊な習性を有し特に低温低鹹に對し大なる抵抗力をもつことを知つたが、これ等一連の事実は *discus* がエゾアワビ棲息環境にも棲息し得る先天性の可能性を実証するものでエゾアワビを *discus* の変種なりと考えることに對し十分なる根拠をなすものと思ふ。

● C. 環境に依るアワビ貝殻の変異に関する考察

Consideration on the shell variation due to environment

エゾアワビは生態学的・形態学的研究の結果結局暖流海域に分布する *H. discus* の地方的変異であるとの考えの下に *H. discus hannai* とされたが、かく區別される程に貝殻の形態に変化を來した要因について考察して見る。

エゾアワビの成長と環境の關係に関しては既に佐々木(1926)・木下・平野(1934)及び山本

第 21 表 佐々木 (1926) によつて示されたアワビの成長式 $S=KL^2$ に於ける常数值
 Table 21 Constant values in growth formula, $S=KL^2$
 of *H. discus hannai* in various localities (after Sasaki, 1926)

材 料 産 地 Locality	K (地方的常数) Local ratio	x	殻 長 範 囲 Range in length	附近の水温年平均 Water temp.
青 森 県 浅 虫 Asamushi, Aomori Pref.	1.317	0.85	76mm以上	(青 森) 13.98°C
岩 手 県 小 袖 Kosode, Iwate Pref.	1.387	0.85	80~100mm	11.91
Taro, " 田 老	1.526	0.83	"	(宮 古) 12.05
Omoi, " 重 茂	1.406	0.85	"	(毛 崎) 11.96
Ryōri, " 綾 里	1.302	0.86	"	(広 田) 12.02

(1949) の報告があつて前二者ではアワビの成長が殻長 (L), 殻幅 (S) を取り上げた場合 $S=KL^2$ なる式で表わされることを述べているが、佐々木は岩手、青森県下各地のエゾアワビについて地方的常数 K の値を比較し第 21 表の通り記載している。

この結果に基き佐々木は海水の温度が高い程細長い貝殻となると結論し、木下・平野は北海道福山産と奥尻島産のアワビ殻型を比較し、温度の高い福山産の方が幅が広いと述べ逆の見解を示している。

佐々木は又綾里が年平均水温に於て浅虫より低温なるに拘らず地方的常数 K が浅虫以下であり狭長な理由を説明していない。

朝鮮沿岸に於けるアワビの分布については内田・山本 (1942) は朝鮮海峡・济州島の北を東西に走る 2 月に於ける 25 米層水温 12°C 等温線を境界として、以北にエゾアワビ、以南にクコメガイ・マダカ等南方種を産する旨報告している。同じ種類である以上同様の事実は日本海を隔てた日本本州沿岸に於ても見られて良い筈であるが、本州日本海沿岸では 2 月 25 米層の水温は津軽半島北端権限崎西方でさえ 7.9~10.5°C で 12°C 等温線は少くとも能登半島以南にあり、エゾアワビ型棲息区域の南限を遙かに越えている。

エゾアワビの分布或いは貝殻の変異に関連した之等の問題を単に棲息環境の水温だけで説明しようとするこの様に矛盾を生ずるが、変異の原因として筆者の考えるのは単に水温若くは鹹度それ自体よりむしろ之等外的条件の変動性であつて、変動性の極端に多い海域にはエゾアワビ型が出現するという考え方である。同じエゾアワビの分布区域でも海況の変動性の大小に応じ貝殻の地方的変異が生じ、内田・山本 (1942) 佐々木 (1926) 等が指摘した様な事実が生ずるのであろう。即ち日本海沿岸に沿い北上する対島海流と親潮寒流双方の影響を受け固有の複雑な湾内流をもつ陸奥湾に面する浅虫のアワビがより狭長な貝殻をもつものと考えられる。又太平洋岸に沿い北上する暖流の影響により海況の変動性より大な筈の綾里産アワビが狭長となることも十分考

えられる所である。木下の述べた福山・奥尻島の場合も福山の方がより南に位置し、海況の変動性が奥尻島程大ではないのであろうと思われる。

山本(1949)は朝鮮東海岸のエゾアワビについてやはり南部程細長い事実を示し、その理由を棲息場所が南部程水温が高いことにありとしているが、この場合も南程寒暖両流の影響を受け易いため諸条件の変動性が大きくなり如上の結果を生じたものと推察される。

この外的条件の変動性が生成される貝殻の形態に及ぼす影響については将来の実験的研究に俟たねばならないが、アワビと同じく扁平笠形の貝殻を有し主として潮間帯に着生する近縁の笠貝科(Patellidae)の場合からも推定されるのではあるまいか? 即ち邦産の *Cellana toreuma* (ヨメガカサ)、欧州産の *Patella vulgata* では着生面の潮位との関係(露出度)及び波浪の強弱等環境条件と殻型との間に密接な関係があつて環境の変化の激しい程即ち満潮線或いは波の荒い所程形が円く殻高の高い傾向のあることが報告されている(RUSSEL 1907, ORTON 1929, 猪野 1935, 鈴木 1935, 山口 1940)。満潮面に着生するものは干潮毎に空气中に曝され時に雨水に洗われ或いは日光に直射され時に海水の飛沫を浴び環境の物理的・化学的変化は著しく大であるが、こうした変化に刺戟される体の筋肉は、その都度収縮しそれに応じて体を包む外套膜は内方に窄められるから、その外套膜の分泌する貝殻は円く高い傾向をとるものと解釈される。波浪の高い処では波浪の機械的衝撃が刺戟となつて同様の成長傾向を齎らすのであろう。アワビの外套膜は第26図版に示す様に鰓室に於て深く切れ込み左右両片に分れているので、変化に刺戟されて体の収縮が起つた場合には前後よりむしろ左右に窄められる傾向が強く、従つて殻高を増すと共に殻幅を減じて前後に長くなる様な体制となるのは当然で、その結果狭長な変形を招来するものと考えられる。外套膜の異状な収縮は殻背凹凸度の増大によつても示されるが特に環境条件の変化が多い鹿児島県東長島沿岸ではこの傾向が最も顕著で極端な場合には殻背断面の一部が *m* 字型に起伏し凹凸度の平均は 1.051 ± 0.003 を算える。

尚鹿児島県東長島の特例については大古寒流がかかる南方迄卓越していた時代を想定するならば、その頃はこの附近にも全域に亘り分布していたであろうエゾアワビ型が海流の変化と共に棲息に適した該区域にのみ陸封的に残存したか? 或いは自然分布区域として最も近い朝鮮沿岸等から人為的に移植したか? 等も一応注意を要する点である。然し前者には古生物学的見地から無理があるし、後者の点については現地に於ける調査により全くその事実のないことが分つてゐる。

これ等の陸封又は移植の二説に対し筆者の環境説を実証するためには該海区内外に亘る移植試験を行い殻型の変化について研究されねばならないが、青森県深浦地方に於ける特例から類推すれば *H. discus* 型の環境に依る変化と考えるのが最も妥当であらう。

Ⅲ 新 変 種 の 記 載¹⁾

Description of new variety, *Haliotis discus hannai*

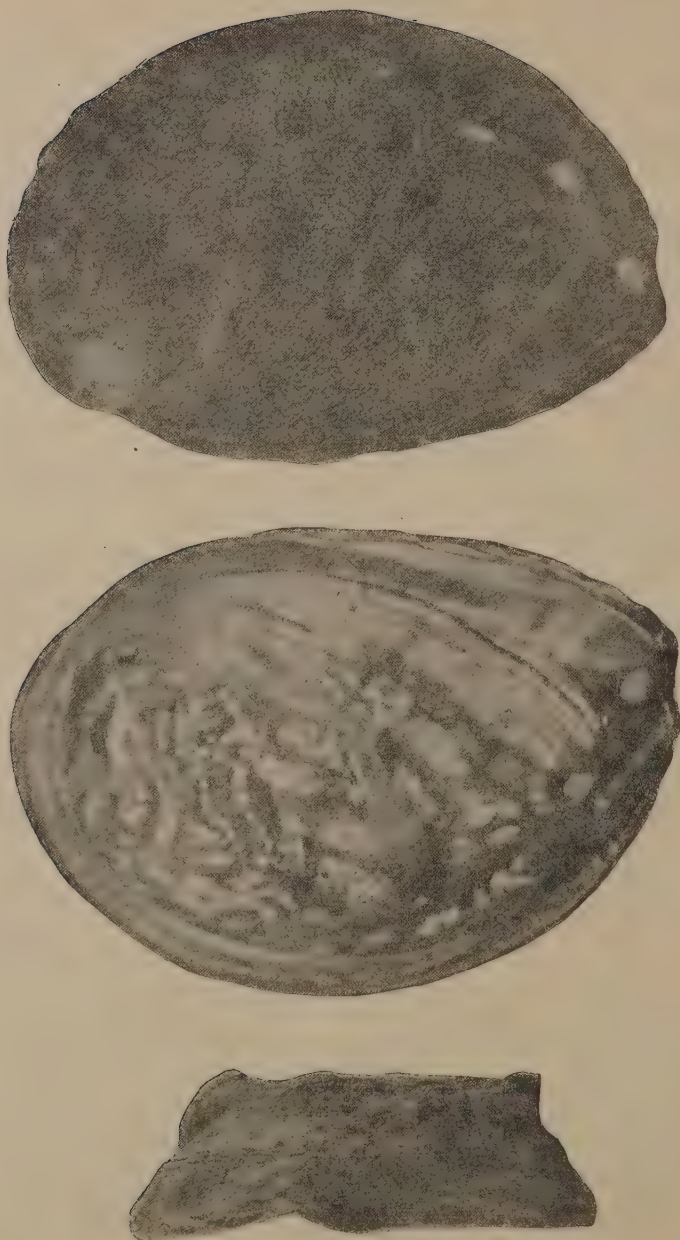
以上の諸理由に基き従来エゾアワビとして区別されたものに対し *Haliotis kamtschatkana* なる名を廃し *H. discus hannai* なる変種を設定したが、殆んど同一種とも判断される両者を変種の関係に位置づけたのは貝殻の形態的変異の両極端に於ては一目瞭然たる相違が認められるためである。又 *hannai* なる変種名は筆者の切なる願いを容れ Alaska に採集旅行の途次自ら *Haliotis kamtschatkana* を採集送付され、本問題解決の緒を与えられた Dr. G. DALLAS HANNA に献名したものである。

上述の研究結果に基き *Haliotis discus hannai* なる名の下に区別した本変種の分類学的標徴を一括記載すれば次の通りである。

Haliotis discus hannai, new variety. .

- 1847 *Haliotis kamtschatkana* Jonas, Middendorff: Beitrage zu einer Malacozologia Russica. pp. 103-104.
- 1861 *Haliotis gigantea* Chemnitz, Dunker: Mollusca Japonica. Stuttgart, p. 23.
- 1867 *Haliotis gigantea* Chemnitz, Schrenck: Reisen und Forschungen im Amurlande in den Jahren 1854-1856, Bd. 2. Mollusken des Amurlandes und des Nordjapanischen Meeres. St. Petersburg., p. 384, PL. XVII, fig. 4.
- 1869 *Haliotis gigantea* Chemnitz, Lischke: Japanische Meeres Conchylien. Vol. I, p. 101.
- 1883 *Haliotis gigantea* Chemnitz, Weinkauff: Martini & Chemnitz Systematischen Conchylien-Cabinet, Neu herausgegeben und vervollständigt. Nürnberg. Vol. VI, pt. II, p. 81, PL. XXX, figs. 2-3.
- 1887 *Haliotis kamtschtkana* Janas, Sowerby: Thesaurus Conchyliorum, Vol. V, p. 19, PL. IX, figs. 47-49.
- 1890 *Haliotis gigantea* Chemnitz, Tryon: Manual of Conchology, Vol. XII, p. 85, PL. IX, figs. 33-34.
- 1919 *Haliotis gigantea kamtschatkana* Jonas, Iwakawa: Catalogue of Japanese Mollusca, p. 12.
- 1921 *Haliotis kamtschatkana* Jonas, Dall: Summary of the Marine Shell-

1) 本項については別に日本動物学彙報に於て発表の予定。



第 37 図 *Haliotis discus hannai*, new variety の模式標本 (XI)
 上より背面・腹面・前側面を示す。

Text-fig 37 Type specimen of *Haliotis discus hannai*

bearing Mollusca of the Northwest Coast of America U.S. Nat. Mus.
Bull. 112, p. 184, PL. 19, figs. 1-2.

1927 *Haliotis gigantea discus* Reeve, Takatsuki: Report of the Biological
Survey of Mutsu Bay. Science Report of the Tohoku Imp. Univ. 4th
series, Vol. III, No. 1, p. 30.

1927 *Haliotis kamtschatkana* Jonas, Oldloyd: The Marine Shells of West Coast
of North America. Vol. II, Part III, p. 234, PL. LXXXVIII, figs. 1-2.

1931 *Haliotis kamtschatkana* Jonas, Rogers: The Shell Book, p. 226.

1948 *Haliotis kamtschatkana* Jonas, Bonnot: The Abalones of California,
California Fish and Game, Vol. 34, No. 4, p. 153, fig. 62.

記 載:—殻は長卵形 ($\frac{\text{殻幅}}{\text{殻長}} \times 100 = 67 \sim 68$) で薄く (重厚率¹⁾ 約 0.17~0.18) 殻高中庸な
るも ($\frac{\text{殻高}}{\text{殻長}} \times 100 = 24 \sim 25$) 螺頂著しく高し ($\frac{\text{螺頂高}}{\text{殻高}} \times 100 = 90 \sim 100$): 螺脈は略規則的にし
て低く殻背の凹凸甚しく呼水孔列の左下側に沿い顕著なる膨らみあり, ために左縁は急角度をな
す (73~81°): 殻色は緑色に褐色稀に紅色を交え, 成長線に於て緑色帯と褐色帯交互し同心円状
綫模様を呈するもの多し: 内唇の幅は狭く ($\frac{\text{内唇幅}}{\text{殻幅}} \times 100 = 7 \sim 9$), 殻の内面には低平且つ規則
的な螺脈と明瞭なる同心円脈あり, 真珠層は青緑色に銀白色を交え真珠光沢あり。

上足突起は角状突起上に更に角状突起を生じて樹枝状をなし複雑な外観を呈する。

模式標本:—完模式 東京水産大学動物学教室所蔵標本 HI 143 号 (第 37 図)。

測定値:—殻長 9.8 cm, 殻幅 6.7 cm, 殻高 2.3 cm, 螺頂高 2.6 cm。

産 地:—模式産地 岩手県下閉伊郡重茂村その他 (第 32 図参照)。

(B) *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 相互の類縁関係

Relationship between *H. gigantea*, *H. sieboldii*, and *H. discus*

邦産アワビ属重要種の分類に関するもう一つの疑点は *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 3 種が大
々独立した種か, *gigantea* の亜種か或いは又 DUNKER, SCHRENCK, LISCHKE 等の提唱した様
に *gigantea* 1 種に包含さるべきものかどうかの問題である。

これ等 3 種貝殻の計測的研究結果に依ると第 28 図の通り *gigantea* → *sieboldii* → *discus*
の漸次的変化の傾向が看取されるが, この現象は下記の諸点についても指摘することが出来る。

1. 上足突起の構造²⁾

上足が分類上の標徴として重要なことは既に述べた通りで, これ等 3 種の概観は第 27 図に

1) W/LHB [W: 殻重量 (瓦), L: 殻長 (糧), H: 殻高 (糧), B: 殻幅 (糧)]

2) 1936, 鮑属分類上の一特徴について 日本水産学会誌 5 (1): pp. 175-176

示したが詳細は次の通りである。即ち

a. *gigantea* — 3者中最も単調で鯨膚状の外観を呈し突起は極めて低い小乳頭状で突起の表面には突起を有しない(第 27 図 1)。

b. *sieboldii* — 大小多数の疣状突起より成り大突起には更に疣状突起をもつ。複雑度に関して *gigantea*, *discus* の中間である(第 27 図 2)。

c. *discus* — 三者中最も複雑である。大小多数の角状突起よりなり、多くはこれに更に疣状突起は角状突起を分岐し樹枝状をなす(第 27 図 3)。

結局この点についても *gigantea* → *sieboldii* → *discus* の順序に複雑度を増す傾向がある。

2. 呼水孔数¹⁾

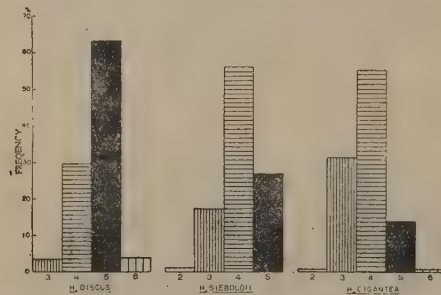
アワビの貝殻背面に列をなす穴、所謂呼水孔は体の外套腔上に位置し、鰓に依る呼吸作用により酸素を失い炭酸瓦斯を含んだ海水を呼出すと共に肛門からの排泄物及び生殖口からの生殖素を外部に排出する孔として生理上重要な役割を有するものである。

呼水孔は発生学的研究の項に於て述べた通り発生初期には形成されず、殻長 2.3 mm 前後で始めて第一孔が形成され爾後貝殻の成長に伴い一定間隔を置いて漸次数を増し、その種固有の定数以上に達すると外套腔上に位置し生理上必要な呼水孔のみを残して古い孔から逐次閉鎖して行く。従つて一定数以上の呼水孔をもつに至つた個体では貝殻の大小と呼水孔数の間には相関々係が見られない。(第 7 図参照)

試みに 3 種について殻長と呼水孔数間の相関々係を求めると第 22 表の通りである。

これ等の数値は検定の結果 5% の危険率に於て夫々の信頼限界内にあり相関々係 0 或いはそれに近いと認めて良いことが判る。

三種夫々の個体をもつ呼水孔数に従いその出現頻度を % で示せば第 38 図の通りである。



第 38 図 *gigantea*, *sieboldii*, *discus* 各種の呼水孔数出現率の比較
横軸の数字は呼水孔数を示す

Text-fig. 38. Difference in number of respiratory pores between *Haliotis discus*, *H. sieboldii* and *H. gigantea*.

1) 1949-4-7, 日本水産学会年會に於て講演 猪野 峻: 鮑呼水孔数の変異について

第22表 *gigantea*, *sieboldii*, *discus* の呼水孔数と殻長の相関々係

Table 22 Correlation between number of respiratory pores and size of shell in *H. gigantea*, *H. sieboldii* and *H. discus*.

種 Species	殻長範囲 Range in Length(cm)	材 料 数 No. of materials	相関係数 Correlation coefficient
<i>H. gigantea</i>	9~22	296	0.09
<i>H. sieboldii</i>	9~22	301	-0.17
<i>H. discus</i>	9~22	298	-0.03

数が多くなっている傾向が見られる。

3. 垂直分布

既に第 33 図及び第 16 表で示した通り *gigantea* は棲息水深最も深く *sieboldii* 中間層に多く *discus* は最も表層に棲息している。この点から見ても *gigantea*→*sieboldii*→*discus* の順序に棲息場所が浅くなっている。

4. 活 動 性

前章で述べた通り匍匐速度に於て同様に *gigantea*→*sieboldii*→*discus* と速くなる傾向が見られた。

これ等の事実を総合するに、水温低く環境の変化の最も少い深層に棲息する *gigantea* では感覚器官たる上足突起の構造最も簡単で活動性鈍く呼水孔数も少いが、逆に環境の変化の最も多い浅部に分布する *discus* では上足突起最も複雑で活動性に富み呼水孔数も又最も多く、両者の中間層に多い *sieboldii* は中間的傾向を示している。

この現象は棲息環境に適応した形質と思われるが、その進化学的・生理学的な意義については今後の研究に委ねたい。

DUNKER, SCHRENK などが之等 3 種を *gigantea* 1 種と認めたのは僅数の標本に基き貝殻の特徴を捕えて判断したことで貝殻の特徴についてさき精密な計測も統計学的論議も重ねられなかつた。それで上述の様に貝殻の諸特徴からも亦体の形態学的・生態学的特徴からも更に受精卵々径、担輪子の頂毛や幼殻 (larval shell) の大いさ及び幼殻表面の彫刻等から 3 者は明に区別することが出来るので之等を各々独立の種と認めることが妥当と考える。

(C) 日本産アワビ属重要種の分類

Classification of important Japanese species of genus *Haliotis*

以上により従来疑義の多かつたエゾアワビと *discus* との関係が解明されその他の重要種についても分類学的位置について一応結論を与えることが出来た。そこで各種の記載を再確認してお

この図に依つて判る通り出現頻度は種に依つて様相を異にし、*discus* では 63.5% 呼水孔数が 5 個なるに対し、*gigantea*, *sieboldii* では夫々 55.4%, 54.7% 4 個で *sieboldii* と *gigantea* とで 3 個のものを比較すると前者 17.1% に対し後者 30.8% で結局 *gigantea* →*sieboldii* →*discus* の順序に孔

きたい。

gigantea は CHEMNITZ (1788), *sieboldii*, *discus* は REEVE (1846) によつて夫々報告され、その他多くの文献に報告されているので個々の記載は省略するが、前述した貝殻及び肉体上の特徴を加味し試みに之等重要種の検索表を掲げる。

(日本産アワビ属重要種の検索表)

1. 呼水孔列左下側面に沿い一螺溝あり (第 22, 23 図参照)

螺頂は高く $A/H \times 100 = \text{約 } 80$ 以上

i. 上足突起極めて低く殆んど皺程度, 呼水孔特に高く突出し, 殻は円形に近く

$B/L \times 100 = 72 \sim 90$ (平均 77.9)

[分布第 32 図 ■・暖流海区]……*H. gigantea*

ii. 上足突起は角状突起に角状突起を分岐し櫛枝状にして複雑, 浅海性

貝殻は長卵形で $B/L \times 100 = 61 \sim 79$

a. 殻表の皺曲少し

内唇幅広く $I/B \times 100 = 8.0 \sim 15.9$ (平均 11.5)

[分布第 32 図 ○・暖流海区]……*H. discus-discus*

b. 殻質薄く殻表の皺曲多し

内唇幅狭く $I/B \times 100 = 6.2 \sim 11.9$ (平均 8~9)

[分布第 32 図 ●・寒流海区]……*H. discus hannai*

2. 呼水孔列左下側面に螺溝を認めず平滑, 螺頂低く $A/H \times 100 = \text{約 } 80$ 以下 (平均 57), 殻背の螺脈顯著にして規則的

上足突起は疣状突起より成る。

[分布第 32 図 ▲・暖流海区]……*H. sieboldii*

IV 増殖に関する考察

Consideration of the propagation of Japanese abalones.

アワビ属についてその発生・食性及び分類に関する生物学的研究の結果を述べたが、これ等の結果に基づいてアワビ増殖に関する二、三の考察を試みたい。

(A) 消極的増殖方法 Extensive method

アワビを産する地方では各県共漁業調整規則により産卵期に於ける漁業を禁止し、未成熟個体の採捕を禁じ繁殖保護の方策としている。然し漁業の荒廃を防止し資源の維持涵養を図るためには更に次の諸点に留意し先ず漁場経営の合理的方法を確定しなければならない。その第一は餌料海藻の確保で本文で述べた様にアワビは餌料海藻に対し相当の選択力をもつことが推察され、然かも海藻の種類によつて増肉係数を異にすることが判つたので、漁場にはアワビの生育に対して適当なる海藻類特に褐藻類の蕃殖を助長する様企図する必要がある。反面加里原藻又はアルギン酸・マンニツト原藻としての褐藻類を考えた場合やゝもすれば濫採に陥り易い可能性があるのでこれに対処するためにはこれ等の動物資源維持涵養のための必要量（第9表）をも考慮に入れた上で適正なる海藻採取量を決定し、要すれば積極的に投石して海藻胞子の着生面を増大し母藻の移植又は播種を行つて漁場の改善を図る必要がある。

第二はアワビ自体の濫獲を如何にして防止するかの問題である。アワビの如き定着性生物では濫獲その他による資源衰退の徴候は産額の減少と共に漁獲物の大いさの矮小化として顕著に現われる筈であるから、漁獲物の体長或は重量を目安としてその変化にも絶えざる関心をもつことが必要で、これがためには漁獲統計上に漁獲貫数の記録のみならず採捕個数の記録をも記帳することが一法である。この様な例としては鴨脚・大島（1931）が岩手県越喜来に於て濫獲のためエゾアワビ乾鮑製品の大いさが著しく小さくなつたことを報告しているが、本文第3図に示した体重組成の月別変化は千葉県布良の漁業組合に於ける同上趣旨に基いた記録から求めたもので、筆者は同時に採鮑のための漁業労力・漁獲貫数の年変動と漁獲物の大いさの年平均との関係を知り、外にも若干の貴重な事実を知ることが出来た。これ等の方法によつて判断される徴候に応じて、要すれば採捕量を制限し或は漁場に輪採法を適用する等適宜漁業に統制を加えることは資源維持上是非共採用したい方法であつて、運動力少なく成長が遅いため酷漁濫獲に陥り易い本漁業の特質に鑑み、特にこの点は注意されなければならない。

又アワビの稚貝は沖合に設置された定置網の浮竹等に附着したり漁場海底でも稚貝分布密度に濃淡があり、多くの漁場で特に稚貝の多い区域が指摘される。これ等の現象は孵化後の幼生が一定期間浮游生活をするためその附近の海流潮流に応じ蜆集し易い区域を生ずるためで、その範囲

が沿岸近く地形的に許せる場合にはその区域を苗区として漁業に一定の制限を設け、稚貝の保護育成に萬全の策を講ずることが望ましい。

(B) 積極的増殖方法 Intensive method

前述の方法は繁殖保護の面から漁場の管理、漁業の在り方を示したもので、いわば消極的な然し欠くことの出来ない増殖方法であるが、アワビの場合更に進んで積極的な増殖を図るには如何にすれば良いか？ その産業的成功はともかくこれ迄各種水産動物の直接的積極的な増殖方法として先ず考えられたのは人工受精による方法であつて、アワビ属の場合にも本文に述べた様な方法で産卵期に適当な親貝を選んで産卵を誘発させ、得られた受精卵を飼育して種苗に迄育成することはやはり増殖の一方法にちがいない。然し実験的領域に於て成功を見たこの方法を今後種苗の大量生産という産業的規模に迄発展させるためには、尙各方面に亘つて解決を要する問題を残すが、特に次の諸点については考慮を要する。

1. 親貝の性状：産卵期は一般に禁漁期として漁業が禁止されているため、材料の大量入手が困難であるが、親貝としては採捕後の蓄養日数がより少なく活力が旺盛な程結果が良好であるから、その期間中と雖も材料を採取し得る様計画する必要がある。止むを得ない場合には禁漁直前に入手した材料を出来るだけ稀薄な密度・海水の疎通よりよき状態で充分に餌料を与えて飼育し、材料の健康状態に絶えず注意しなければならない。

2. 種の査定：分類学的研究の項に述べた様に *gigantea*, *sieboldii*, *discus* は形態学的のみならず発生学的にも明瞭な相違が認められて夫々別種と考えられるので親貝の選定に当つては、種の査定を正確にすることが第一要件である。他部門の動物では異種族間でも受精の行われることが実験的に知られているので、アワビの場合にも之等近縁の各種間で交配の行われることは必ずしも不可能ではなからう。然し筆者のこれ迄の実験では異種間に放卵放精が同時に行われても卵の分割は見られないのが普通であつた。水産増殖の立場からすれば当然受精率が最高で爾後の発生経過も最も正常な方法を採用すべきであるから、そのためには先ず種の査定という点を蔑にしない様留意の要がある。単に貝殻のみならず軟体部の特徴をも加味して本文に記載された邦産重要種の検索表は、この場合有力な手がかりとならう。

3. 受精技術：選ばれた親貝が充分に成熟し、健康的であるならば産卵槽中の水温の上昇、pHの急昇、雌を收容した槽中に精子潤濁液を添加すること等が産卵誘発の刺激となり得るが、本来秋期の水温低下期に産卵する動物であるから、低温刺激についても十分考慮し研究の余地がある。

受精さえ円滑に行われれば爾後未受精卵との分離は孵化幼生たる trochophore 自体の趨光性を利用して簡単に行われるので分離した幼生を飼育して行けば良い。

4. 餌料及び種苗の管理：孵化した浮游期幼生の餌料としては脱脂綿濾過の自然海水が良いことを述べたが、規模が拡大され飼育密度が稠密になった場合、幼生の健全な成長を図るためには当然 *Monas* sp. 等培養餌料の準備が必要である。

かくして底棲移行期に達する直前のものを自然状態に放養してしまう場合は問題ないが、大いさ 0.3 mm に満たない微細な幼生をそのまま漁場に放養する方法は、増殖効果が疑わしい。これがため底棲移行後ある程度の大いさになったものを種苗とすべく更に飼育を継続しようとする場合を考えると餌料・飼育方法及び育成の限度等管理の面で一段の研究工夫を要する。

先ず餌料の点について考えて見ると、孵化後の浮游期幼生は浮游生物で良いとしても底棲移行後 peristomal shell を生ずる頃からは附着性硅藻類、呼吸孔形成期頃からは石灰藻その他の微小維海藻類、次いで褐藻類と成長するにつれて漸次餌料の種類を適切に変じていかないと順調な飼育は難しい。

もう一つの問題はアワビの附着様式で、カキやアコヤガイの様に短時日に種苗が石灰質或いは貝糸を分泌して物体に固着し或いはナマコの様に底棲生活に入つても附着力の微弱なものは管理が容易であり採取も運搬も可能であるが、アワビの場合は両者の中間の様式であつてカキの様な固着でもなく、種苗それ自体を蒐集するには余りにも吸着力が強大で、微小繊細なこの類の幼生を何等損傷なく附着面から剝離することは容易ならぬことであり管理には相当の困難が伴う。

従つてかかる採苗上の困難を避けるには、飼育容器の構造・飼育方法に特別な考案が必要である。又この様な観点から目的とする種苗の大いさを考えるならば殻長 1~2 mm に達し肉眼的にも認められて附着硅藻類の給餌だけで事足りる時期即ち受精後約 100 日位が種苗育成の限度となるう。

産卵誘発に基づき得られた受精卵を種苗化する他に、天然種苗の採取育成ということも一法として考えられる。アワビの稚貝が偶々海面に浮泛させた物体に附着することは明治 15 年 (1882) 長崎県下の大鮎網代について報告があるし、筆者は野口利夫氏から徳島県蒲生田岬の大敷網・田中仁平氏から静岡県網代の大謀網にその例のあつたことを聞知している。千葉県では 1934 年安房郡和田浦沖の大謀網浮竹に用いた孟相竹の間に大量の稚貝が附着した例があるし、1943 年には同郡天津町地先の大敷網浮竹から数個の稚貝を採集した。外国の例では BOUTAN (1899) が殻長 1.5 mm の *Haliotis tuberculata* を Port Vendress の浮標から採取した旨記載している。これ等一連の事実は天然産種苗の採取に対する可能性を実証するもので、かゝる試みは筆者の知る範囲では徳島県下で野口利夫氏、千葉県鴨原湾で永見兼重氏により実施に移されたが何れも失敗に帰している。

その理由は一にアワビの漁場が波浪の荒い外洋に面するため、採苗器の設置・保持が困難であ

るという原因に基くので、これを克服するためには綿密なる浮游生物学的研究により採苗施設の適当なる投入時期、適当なる投入区域を決定し無用の被害を蒙らぬ様留意すると共に採苗器の構造・設置方法にそれ相当の創意工夫が必要となる。又前段に述べた方法との折衷的方法として人工的に得られた浮游期幼生の濃密に存在する人為的又は半人為的環境を作り、その環境に於て底棲移行期の幼生を捕捉する様工夫することも一法であり、より捷徑であろう。

この様な種苗の育成・採取という考え方とは別に従来実施された増殖方法の一つとして成員の移殖がある。この方法は普通同一環境と看做されるに拘らず、アワビの棲息密度に極端な差が見られる場合濃密な所から稀薄な部分へと行われるが、多くの場合同一地域、同一漁場内の狭少な範囲内での移殖に過ぎず、その区域内に於ける資源量には大差を生じ得ない筈である。

こゝで特に移殖というのは北方寒流海域から南方の暖流海域へのエゾアワビの遠距離移殖で、筆者が分類学的研究の項に於いて述べた様にエゾアワビはクロ (*discus*) の変種に過ぎないという根拠に基づき、この方法が最も有望でより直接的な増殖方法であることを強調したい。

北海道、岩手、宮城各県に於けるエゾアワビは繁殖保護上の理由から漁期を極度に制限し、各地先漁業組合の申し合せにより口明け制度を実施しているが、解禁日に於ける大量の漁獲物を短時間に処理しなければならない必要から大部分は乾鮑或は罐詰の製造原料にあてられる。然しその主要製品である乾鮑が対支貿易の盛衰によつて左右されるため、生鮮品としての販路をも確保する必要があり、一方濫獲のため減産の傾向にある南方暖流海域からは移殖種苗としての需要があつたため一石二鳥の効果を狙つて 1934—1935 年頃から之等成員のクロ棲息域への長距離移殖が行われる様になつた。

この事業は初期の小規模試験の成功から漸次規模を拡大し輸送距離も増大したが、岩手県を例にとればその移殖先の範囲は遠く千葉、三重、石川、福井、愛知、新潟の諸県に及んだ。然しエゾアワビの自然棲息区域を離れクロ棲息域を対象とするに及んでからは、その成績の見るべきものが少く事業として普及しなかつた。その理由は輸送距離の増大に伴い平行的に必要な移殖技術の研究不充分もさることながら、本文に於て述べた様な分類学的基礎知識のなかつた當時に於ては事業関係者間に於てさえ多かれ少かれ事の成否に対する疑問が残されていた筈で、そのことも一因をなしていたと考えられる。千葉県に於ては北海道、岩手の各県から屢々移殖が行われたが成功した場合の実情から察すると移殖後貝殻の形態がクロ化して区別が困難となること (第 29、30 図参照)、及び殻背に標識を付してもその上を覆つて繁殖する若生々物のため移殖個体と在来種との判別が出来なくなる等のため、移殖後数年を経過しては眞の効果が不明瞭となることも事実である。然し実際には自然分布区域ではせいぜい 14cm にしかならないエゾアワビが *discus*

棲息域では 20cm を越す程度に迄成長するのみならず繁殖にも大なる寄与をなすことは 確実である。このエゾアワビ・クロ両者の関係は琵琶湖産コアユと河川産のアユに比すべきもので、アユの場合には石川千代松氏等が提唱し成功を見たが、この場合にも本文に述べた分類学的理由を根拠として移植種苗としてのエゾアワビの価値を再認識し、該事業の再興促進を図ることが望ましい。移植に伴つて必要な各般の技術が改善されれば、この方法は前述した他法に比較して、より効果的な方法であると確信する。

移植に関連し或いは独立的に一種の事業として人為的環境中にアワビを一定期間飼養する所謂蓄養が行われている。アワビは主として褐藻類を食餌としているので、前者の様に移植の前後だけ短期間蓄養する場合等は別として後者の如く長期間飼育を要する場合には当然餌料の種類、投餌方法等が問題となつて来るので、本文に述べた研究結果の内特に食性に関する事項から見た蓄養技術について考察したいと思う。

この点に関しては従来は餌料海藻の季節的消長がアワビの瘦肥に影響するので海藻の繁殖期たる冬期に肥満し、冬枯期たる夏季には瘦衰するということが信ぜられ、蓄養上の一指針となつていた。然し本文でも述べた様にアワビの時季的瘦肥は内因的、生理的なもので天然岩礁上から刈り取つた餌料をそれが枯死腐敗しない様夏は 4~5 日、冬は 7~8 日毎に交換しつゝ常に十分分に投与し、欲するまいに食べさせて行つても摂取量に一定のリズムを生じ、産卵期には食欲減退して痩せ、産卵終了後急激に食欲が増進して肥満成長するので、暖流海区に於いては秋期 10~12 月が瘦衰期、1 月以降初夏の候が肥満成長期にあたることは第 18 図に示した通りである。従つて蓄養期間を決定する場合には出来るだけ有効に肥満期を捕捉利用することが賢明である。又投餌する海藻量も摂取量の季節的变化に応じて加減することが望ましい。

之れを要するにアワビの如き典型的な草食性定着性動物では環境条件の相違特に海藻相の貧富が直ちに生産量の多寡に影響するので、対策の実施にあつては先ず漁場生物の群聚生態学的研究が必要であるが、積極的な実施方法としては現段階ではエゾアワビの南方クロ棲息域への移植が最も捷徑である。然し産卵誘発による人工増殖方法も詳述された線に沿ひ研究を積み重ね、決して不可能事ではなく、その研究によつて得られる一つ一つの成果こそが本種増殖の円満な発達に対する最も重要な基礎を形造るものであることを強調したい。

要 約

Summary in Japanese.

1. 日本産アワビ属の発生については村山 (1935) の *H. gigantea* に関する発生後 6 週間迄の報告があるのみであるが、筆者は *H. discus*・*H. sieboldii* について実験し、産卵誘発により得たる幼生を飼育して 3 者の発生学的比較を行った。

2. 産卵誘発は主として水温上昇の刺激によつたが、pH の上昇、水温の低下も刺激として有効である事実を認めた。然しこれ等の刺激を加えた場合必ず産卵誘発に成功するとは限らず、親貝の成熟度如何が非常に影響する。

3. 過去 9 年間に於ける 9~翌 1 月の水温の記録を纏めると 10 若しくは 11 月に於て 5 日毎の水温移動平均値が 20°C に低下したとき産卵が開始されている。

4. 産卵期には親貝の深淺移動が認められる。

5. 卵は沈性卵・正球形で濃緑色を呈し何れも卵黄径は 0.18mm、卵径 0.22mm であるが、受精卵は *sieboldii* は *gigantea* と同じく囲卵腔を生じて 0.27~0.28mm となるに対し *discus* は変化しない。分裂は全割・不等割で螺旋型の分裂を示す。

6. 水温 16~18°C では受精後約 20 時間で trochophore として孵化するが *H. discus* 又は *H. sieboldii* では *H. gigantea* 或いは欧洲産の *H. tuberculata* と異り trochophore に apical tuft がある。

7. 孵化幼生は変態して間もなく veliger となり、発生後 7~10 日間は veliger として浮游し底棲期に入るが、底棲期に入ると共に完成された larval shell の外縁に peristomal shell を生ずる。完成された larval shell の大いさは種によつて異り、村山の報告によると *gigantea* では最大径 0.36mm であるが、*sieboldii*, *discus* では 0.29mm である。蓋は *sieboldii* も *discus* も径 0.12mm の正円形で中心に左巻螺旋状の細条をもち底棲移行後も 3~4 日は足背についている。

8. veliger は温度・鹹度に対し相当の抵抗力を有する。*H. sieboldii* の実験に依れば 7.8~28.0°C の範囲では一様にかんりの抵抗力を示し、鹹度については 24.1~36.3‰ 特に 30.8~36.3‰ が適比重範囲と看做される。

9. *sieboldii* の veliger では足の先端に 2 本の剛毛 (pedal setae), *sieboldii*, *discus* では右眼柄の基部直後に纖毛葉 (ciliary lobe) と名づくべき従来にない器官を発見した。ciliary lobe は呼水孔が形成される迄呼吸水の鰓室内に於ける循環特に排出に関与するもので *discus* で観察した所では後更に 1 個生じて呼水孔形成後間もなく消失する。

10. *H. discus* で観察した所によくと呼水孔の形成されるのは産卵後 130 日目頃殻長 2.3~2.5mm のときである。

11. peristomal shell と permanent shell の間には村山の記載した様な著しい境界が認められない。

12. 浮游期幼生に対しては脱脂綿濾過により得られた小型プランクトンを与えたが *Monas* sp. も有効である。底棲移行後は初期は附着硅藻で良いが、後期になつては石灰藻の附着した天然岩礁上に附着せしめ石灰藻及びその他の微小雑海藻を摂食させることによつて格段の好成績を収めた。然し産卵後 10 ヶ月位経過しては褐藻類を与えないと成長しない。この場合食餌海藻の変化に伴い貝殻色彩上に明瞭な一線を劃し、食餌によつて殻色の変化する事実が認められた。

13. アワビの幼生を実験室内で飼育した最長の記録は村山 (1935) の発生後 6 週間であるが、この研究では *discus* について 13 ヶ月飼育し稚貝の大きさは殻長 1.86cm, 殻幅 1.32cm に達した。

14. 結局受精技術が向上され、底棲移行期の幼生を捕捉出来、給餌技術の難点が解決されれば産卵誘発により得たる幼生を飼育採苗する方法により積極的に増殖するとも不可能ではない。

15. 成体の餌料は主としてアラメ・カジメ・クロガシラ等の褐藻類であるが、紅藻類の一種たるテングサも餌料価値をもつ。然し増重量から見るとテングサの餌料価値は遙にアラメに劣る。この場合餌料の種類により殻色を異にするが、特にアラメを与えた場合新たに分泌された貝殻の色彩が *sieboldii*, *gigantea* は茶褐色になるに対し *discus* では緑色になる。

16. 消化管の肉眼的並に顕微鏡的の解剖学的研究によると、食道側囊が極度に発達して嚥嚥的役割を果し、胃も著しく発達して 4 部に区別することが出来、腸管も長く体長の 1.5 倍に達する。

17. 唇には味蕾をもち餌料選択力のあることを示すが、組織的に味蕾と略々同一構造の組織が食道内にも見られる。

18. 成熟個体では成長と摂餌量に週期的な波があつて 10~11 月の産卵期には食欲減退して瘦衰の傾向を示し産卵後から 5~6 月にかけて食欲旺盛になり肥満する。この原因は生殖腺の熟否という生理的内因に起因するもので、未成熟個体ではかかる成長上の波が認められない。

19. 日本産アワビ属の重要種たるマグカ (*Haliotis gigantea*)・メガイ (*H. sieboldii*)・クロ (*H. discus*) 及びエゾアワビの 4 種については分類学的に疑義が多かつたが、形態学的・生態学的・発生学的の三方面から検討の結果、前 3 者を各々独立した種と看做した。エゾアワビは本州東北地方、北海道西岸に分布し、米国北太平洋岸産の種と同じく従来 *H. kamtschatkana* と呼ばれたが日本産・米国産の両者を比較の結果明らかに別種であることを認めたので *H. discus hannai*

なる変種とした。

20. 成体で比較すれば甚しく外観の異なるエゾアワビとクロも幼時の貝殻形態は同じで爾後の成育環境により形態を変ずるので、エゾアワビをクロ棲息域に移殖すれば貝殻はクロ型の成長傾向をとつてクロ型に変化する。従つて自然分布区域から極端に離れた九州南端鹿児島県の一部でも特殊環境には完全なエゾアワビ型を発見する。

21. 純暖流海区に産する *gigantea*, *sielcldii* 中 *discus* のみが寒流海区に迄分布し得る理由については生態学的立場から精虫活力・運動量・心臓搏動数等について特殊性を証明した。*discus* は環境の変化特に低温低鹹度に対して非常に大きな適応性を有している。

22. 以上の関係からアワビの積極的増殖方法としてはエゾアワビの南方移殖が最も捷徑であろうと推論した。

参 考 文 献

Literature

BARTCH, P. :

1940. The West American *Haliotis*. Proc. of the U. S. Nat. Mus. 89 (3094) : 49-50

BOUTAN, L. :

1899. La cause principale de l'asymetrie des Mollusques Gastéropodes. Arch. de Zool. Expér. (3), T. VII : 270-331

BONNOZ, P. :

1948. The Abalones of California. Calif. Fish & Game, 34 (4) : 141-169

CHEMNITZ, :

1788. Conchylien Cabinet. X; p: 315

CUVIER, G. :

1817. Mémoires pour servir à l'histoire et à l'anat. des mollusques. Paris.

CROFT, D. :

1929. *Haliotis*. L. M. B. C Memoirs, 29 : 1-174.

DALL, W. H. :

1921. Summary of Marine Shell-bearing Mollusca of the N. W. coast of America. Proc. of the U. S. Nat. Mus. Bull., 112 :

DUNKER, W. :

1861. Mollusca Japonica. Stuttgart.

—— :

1882. Index Molluscorum Maris Japonici.

FLEURE, H. J. :

1902. Zur Anatomie und Phylogenie von *Haliotis*. Jen. Zeitschr., 39 : 245-316.

福井 玉夫 :

1930. 動物解剖叢書第6篇 はまぐり, あわび. 紅城社

古川田溝・窪田彦左門 :

1947. 福井県産貝類目録.

HATTA, S & SASAKI, M., :

1910. A List of the Gastropods and Lamellibranchs of Hokkaido. Transact.

日 暮 忠 :

1934. 水産養殖大成, 養賢堂

平坂 恭助 :

1930. 軟体類, 岩波講座(生物学) 岩波書店

今井丈夫・畑中正吾・佐藤隆平 :

1942. ウバガイ仔虫の人工飼育について. 日本水産学会誌 11 (2) : 79

今井丈夫・畑中正吉 :

1949. 無色鞭毛虫によるマガキの人工飼育. 東北大学農学部研究所彙報 1 (1) : 1-8

今井丈夫・稲葉伝三郎・佐藤隆平・畑中正吉 :

1950. 無色鞭毛虫によるナマコの人工飼育. 同上 2 (2) : 269-277

猪 野 峻 :

1935. ヨメガカサの環境と貝殻の変異. 日本水産学会誌 4 (1) : 31-36

—— :

1936. 鮑属分類上の一特徴について・同上. 5 (3) : 175-176

—— :

1937. 鮑の繁殖保護に関する事例. 養殖会誌 7 (7-8) : 145-148

—— :

1941. 千葉県小湊附近の海産貝類相 (I). 水産研究誌 37 (1) : 7-11

—— :

1943. アワビの摂餌と成長. 日本水産学会誌 11 (5-6) : 171-174

—— :

1947. 加里原藻適正採取量決定に関する研究. 同上 13 (3) : 117-119

—— :

1949. The Effect of Food on Growth and Coloration of the Top-shell (*Turbo cornutus* Solander). Jour. Mar. Res., 8 (1) : 1-5

岩川友太郎 :

1919. 日本産貝類標本目録.

JONAS, J. H. :

1845. Neue Conchylien. Zeit. für Malak. : 163.

海洋气象台(神戸) :

1938. 有明海, 八代海海洋観測報告. 海洋時報 11 (3): 535-610
- 菊地勘左エ門
1936. 富山湾腹足類目録. 富山博物学会誌 1
- 吉良 哲明:
1947. 日本列島海産現棲貝類総覧.
- 木下虎一郎・平野義見・佐久間守:
1934. 北海道産エゾアワビの食餌について. 北海道水試事業旬報 (240)
- 木下虎一郎:
1934. 蓄養鮑の給餌に関する一試験. 同上 (258)
- :
1934. エゾアワビの成長について. 薬水会誌 29 (11): 1-7
- :
1936. 福山産鮑の時期的瘦肥について. 北海道水試事業旬報 (334)
- :
1937. 浅海増殖の害敵生物. 北水試パンフレット 4.
- :
1947. 北海道産アワビの増産に関する研究. (第1報) 北水旬報 4 (3)
- :
1949. 北海道産エゾアワビの生長に関する考察. 北海道水試研究報告. 1: 2-6.
- :
1950. 北海道産エゾアワビの呼水孔数について. 北海道水試事業旬報 7 (7): 10-12
- :
1950. 鮑の智識とその増殖・水産科学叢書. 北方出版社
- :
1937. 北海道産貝類目録. 水産調査報告 41.
- 岸上 鎌吉:
1894. あわび研究第一報. 水産調査報告 3 (1-2): 1-25.
- :
1895. あわび研究第二報. 同上 4 (2): 1-16.
- 黒田 徳米:
1933. 福井県産貝類目録.

黒田徳米・木場一夫：

1933. 北千島産貝類. Bull. of the Biogeog. Soc. Jap. 4 (2): 151-170.

黒田 徳米：

1935. 宮崎県産貝類目録.

——：

1938. 貝類和名選定資料. Venus, 8 (3-4): 153-163.

KÜSTER, H. C.：

1883. Martini und Chemnitz Systematische Conchylien-Cabinet Bd. 6 Abth. 1

LISCHKE：

1869-74. Japanische Meeres-Conchylien. 1-3

松原新之助：

1882. 石決明の産卵を解剖術に由て説明す. 大日本水産会報告 10: 2

——：

1883. 石決明の研究に関する復命書. 同上. 20

——：

1885. 鮑礁調査. 同上. 44: 26

MIDDENDORFF, A. T.：

1847. Beitrage zu einer Malacozootologia Russlands. St. Petersburg.

MURAYAMA, S.：

1935. On the Development of the Japanese Abalone, *Halotis gigantea*. Jour. of the Coll. of Agri., Tokyo Imp. Univ., 8 (3): 227-232

——：

1942. アワビの増殖. 海洋の科学 2 (5): 25-28.

練木 喜三：

1882. 石決明産卵の説. 大日本水産会報告 9: 53

西村正・渡部景一：

1943. 男鹿半島貝類目録 資源研彙報 3: 63-74.

野村七平・波多江信広：

1928. 朝鮮に於ける貝類分布の概況. 朝鮮博物学会雑誌 6

——・畑井小虎：

1932. 陸奥湾有殻軟体動物概観. 齊藤報恩会博物館時報特輯号 I

野村七平・畑井小虎：

1932. 松島湾有殻軟体動物概観。同上。特輯号 II

——・角 田：

1933. 福島県小名浜有殻軟体動物概観。同上。特輯号 III。

——・神 保：

1934. 満洲遼東半島海棲貝類について。Venus, 4 (5): 302-307.

——・——：

1936. 山形県海産貝類目録。齊藤報恩会博物館時報 (30)

——・畑井小虎：

1935. Catalogue of the Shell bearing Mollusca collected from the Kesen and Motoyoshi Districts. Ibid. 5

岡村金太郎・妹尾秀実：

1918. 水産講習所高島実験場蕃殖保護試験成績第一次報告。水産講習所試験報告 14 (2): 1-6

——・——：

1920. 同上第二次報告。同上。15 (4)

OLDROYD. :

1927. The Marine Shells of the West Coast of North America. 2 (3): 230-236.

大野 磯吉：

1932. 北海道に於ける浅海利用増殖講話

ORTON, J. H. :

1929. Observation on *Patella vulgata*. Jour of Mar. Biol. Assoc. 16: 277-288.

大 山 桂：

1943. 駿河湾産軟体動物目録 資源研彙報 2: 3-47

PALMER, C. F. :

1907. The Anatomy of Californian Haliotidae. Proc. of the Acad. of Nat. Sci. of Phil. Sept., 1907: 336-407

PATTEN, W. :

1835. The Embryology of *Patella*. Arb. aus. Zool. Inst. der Univ. Wien, 6: 149-174.

PILSBRY, H. A. :

1895. Catalogue of the Marine Mollusks of Japan with Descriptions of New Species and Notes on others collected by Frederick Steams. Detroit.
- QUAYLE, D.B. :
1941. The Edible Mollusca of British Columbia. Rept. of the Brit. Col. Fish. Dept, 1940 : 75-87.
- ROBERT, E. :
1902. Recherches sur developpement des Troques. Arch. Zool. Exp. (3), T. II.
- ROGERS, J.E. :
1908. The Shell Book. New York.
- REEVE, L.A. & SOWERBY, G.B. :
1845. Conchologia Ichonica, III.
- RUSSEL, E.S. :
1907. Environmental Studies on the Limpet. Proc. of the Zool. Soc. of London. 856-870.
- REEVE, L.A. :
1846. Proceeding of the Zool. Soc. of London. : 55.
- SCHRENK, L.V. :
1867. Reider u. Forschungen in Amur Land in den Jahren. 1854-56, Bd. 2 (Molluscan des Amur-landes und des Nordjapanischen Meeres) St. Petersburg.
- SASAKI, K. :
1926. On the Growth Relation in Ear Shells. Sci. Rept. Tohoku Imp. Univ. (4) Biol, 12 (2) : 197-208.
- 芝 昇 :
1934. 朝鮮軟体動物目録. 朝鮮博物学雑誌 (18) : 6-31
- STEPHENSON, T.A. :
1924. Notes on *Haliotis tuberculata*. Jour. Mar. Biol. Assoc., 13 (2) : 480-495.
- 鈴木 専治 :
1935. 笠貝類の形及ヨメガカサの殻の変異, 生態学研究 1 (3) : 200-206.
- 田子 勝彌 :
1931. 日本産鮑屬 Genus *Haliotis* の分布について. 動物学雑誌 48 (508-510) : 352-361
- 高橋五郎・岡本正豊 :

1948. 福岡県産貝類目録

TAKATSUKI, S. :

1927. Reports of the Biological Survey of Mutsu Bay. 5. A Hand List of the Mollusks of Mutsu Bay. Sci. Rept. of Tohoku Imp. Univ. (4), Biol., 3 (1): 19-37

滝 巖 :

1933. 有用有害観賞水産動植物図説・大地書店

TRYON, J. R. G. W. :

1890. Man. Conch. XII: 85,

殖田三郎・岡田喜一 :

1939. 巻貝類の天然餌料に関する研究 I 鮑. 日本水産学会誌. 8 (1): 1-5.

—— . —— :

1941. 巻貝類の天然餌料に関する研究 II 鮑. 同上., 10 (3): 139-142.

内田恵太郎・山本孝治 :

1924. 朝鮮近海に於けるアワビの分布. Venus, 11 (4): 119-126

WEGMANN, H. :

1884. Contributions à l'histoire naturelle des Haliotides. Arch de Zool. Exper. (2), T. II: 289-378.

山口 正男 :

1940. ヨメガカサの成長に伴ふ貝殻の形態変化について. 水産研究誌. 35 (7): 184-188.

山口 元幸 :

1920. 北海道に於ける鮑の分布. 親潮 (13)

山本 孝治 :

1949. アワビ空殻の生物測定学的研究. 日本水産学会誌. 15 (5): 209-215.

YUNG, E. :

1896. 鮑の変種クロとメガイの差. 動物学雑誌 8 (87): 28-29.

附 圖 說 明

Explanation of Plates

Haliotis discus の発生経過

Development in *Haliotis discus* (Reeve)

以下の説明に於て括弧内の時間は受精後の経過時間数を示す。 Figures in parentheses show times elapsed after fertilization.

第 1 図 版 PL. I

- 1.—受精卵 卵径 0.23mm 卵黄径 0.18mm
Fertilized egg. Diameter including egg membrane, 0.23mm and yolk 0.18mm.
- 2.—第1分裂 (1時間 45 分)
2 cell stage (1 hour and 45 minutes).
- 3.—第2分裂 (2 時間)
4 cell stage (2 hours).
- 4.—第3分裂 (2 時間 45 分)
8 cell stage (2 hours and 45 minutes).
- 5.—同上上面観 (動物極より)
do. Animal pole view.
- 6.—第4分裂上面観 (5 時間)
16 cell stage. Animal pole view (5 hours).

第 2 図 版 PL. II

- 1.—第4分裂側面観 卵径 0.23mm
16 cell stage. Lateral view. Diameter including membrane, 0.23mm.
- 2.—桑椹期側面観 (6 時間)
Embryo in morula stage (6 hours).
- 3.—同上 上面観
do. Animal pole view.
- 4.—原腸期 (10 時間)
Embryo in gastrula stage (10 hours).
- 5.—孵化直前の担輪子
Embryo in trochophore stage immediately before hatching. 0.17mm×0.23mm.
- 6.—孵化後幼殻の形成を始めた初期被面子
Early veliger stage began to secrete the larval shell. 0.17mm×0.23mm.

第 3 図 版 PL. III

- 1.—捩れ (torsion) の起る前の初期被面子 (34 時間)
Veliger stage before torsion (34 hours).
- 2.—同上 (40 時間) 冠部 (原担輪帶) の幅 0.15mm
do. (40 hours). Diameter of prototrochal girdle, 0.15mm.

3. 一同上 (43 時間)
do. (43 hours).

4. 一捩れの終つた被面子 (2.5 日)
Veliger stage after torsion (2.5 days).

第 4 図版 PL. IV

1. 一浮游期幼生 (3.5 日) 貝殻の最大径 0.28mm
Shelled larvae in swimming stage (3.5 days). Diameter of shell, 0.28mm.
2. 一同上貝殻内に肉体を収縮したるもの
do. Contracting animal body in shell.
3. 一匍匐初期の幼生 (9 日)
Shelled larvae in early creeping stage (9 days).
4. 一同上背面観 (10 日)
do. Dorsal view (10 days).

第 5 図版 PL. V

1. 一周口殻形成初期の幼生 (11 日) 貝殻の最大径 0.30mm
Creeping larvae began to secrete peristomal shell (11 days). Diameter, 0.30mm.
2. 一周口殻外唇全縁に亘り形成されたるものの腹面観
Creeping larvae having peristomal shell along whole outer lip of the larval shell (13 days). Ventral view.
3. 一同上側面観 (13 日)
do. Lateral view (13 days).
4. 一同上斜左よりの腹面観 (16 日)
do. Ventrolateral view (16 days).

第 6 図版 PL. VI

1. 一完成された幼殻側面観 (10 日) 最大径 0.29mm
Larval shell completed (10 days). Lateral view. Diameter, 0.29mm.
2. 一同上腹面観 (10 日)
do. Ventral view (10 days)
3. 一幼殻表面の彫刻 (10 日) × 300
Sculpture on the surface of larval shell (10 days).
4. 一蓋 直径 0.124mm.
Operculum. Diameter, 0.124mm.
5. 一周口殻形成初期の貝殻 (11 日) (第 5 図版 第 1 図と同じ)
Shell at the stage developing peristome (11 days). Same as Plate V, fig. 1.

第 7 図版 PL. VII

1. 一周口殻の形成稍進んだ時期の貝殻側面観 (14 日)
More advanced stage in peristomal development. Lateral view (14 days).
2. 一同上斜左よりの腹面観
do. Ventrolateral view.

- 3 一同上背面観
do Dorsal view.

第 8 図 版 PL.VIII

1. 一蓋を失い周口殻の発達した匍匐期幼生 (16 日)
Creeping larvae having lost its operculum (16 days).
2. 一同上斜左より腹面観
do. Ventrolateral view.
3. 一匍匐期幼生 (32 日) 殻長 0.54mm
Creeping larvae (32 days). Length 0.54mm.
4. 一同上背面観
do. Dorsal view.

第 9 図 版 PL.IX

1. 一周口殻の生長を示す。35 日後背面観 殻長 0.54mm
Growth of peristomal shell (35 days). Dorsal view. Shell length, 0.54mm.
2. 一同上斜左よりの腹面観
do. Ventrolateral view.
3. 一23 日後前面観 殻長 0.42mm
do. Frontal view (23 days). Shell length 0.42mm.
4. 一50 日後背面観 殻長 0.88mm
do. Dorsal view (50 days). Shell length, .88mm.

第 10 図 版 PL.X

1. 一上足の分化を始めたる匍匐期幼生 (40 日) 殻長 0.73mm
Creeping larvae began to differentiate epipods (40 days). Shell length 0.73mm.
2. 一同上腹面観
do. Ventral view.
3. 一同上前面観
do. Frontal view.

第 11 図 版 PL.XI

1. 一上足の分化更に進んだ時期の匍匐期幼生 (50 日) 殻長 0.88mm (第9図版 第4図と同じ)
Creeping larvae having more differentiated epipodes (50 days). Shell length 0.88mm. Same as Plate IX, fig. 4.
2. 一同上腹面観
do. Ventral view.

第 12 図 版 PL.XII

1. 一始めて呼吸孔を形成したる幼貝腹面観 (130 日) 殻長 2.3mm
Young having first respiratory pore (130 days). Shell length 2.3mm.
2. 一同上背面観

do. Dorsal view.

第 13 図 版 PL.XIII

1. 一呼吸孔 2 個を生じたる幼貝 (140 日) 殻長 3.0mm
Young having 2 respiratory pores (140 days). Shell length 3.0mm.
2. 一同上腹面観
do. Ventral view.

第 14 図 版 PL.XIV

- 呼吸孔 4 個を生じたる幼貝背面観 (160 日) 殻長 3.7mm
Young having 4 respiratory pores (160 days). Shell length 3.7mm.

第 15 図 版 PL.XV

前図腹面観

do. Ventral view.

第 16 図 版 PL.XVI

1. 一殻長 8.6mm に成長せる貝殻 (8 ケ月)
Shell, 8.6mm long (8 months)
2. 一同上腹面観
do. Ventral view.

第 17 図 版 PL.XVII

1. 一殻長 0.67cm 幼貝の背面観 (10.5 ケ月)
Young, 0.67cm long (10.5 months). Dorsal view.
2. 一同上腹面観
do. Ventral view.
3. 一同上前面観
do. Frontal view.

第 18 図 版 PL.XVIII

1. 一殻長 1.8cm に達せる幼貝背面観 (10.5 ケ月)
Young, 1.8cm long (10.5 months).
2. 一同上腹面観
do. Ventral view.
3. 一同上側面観
do. Lateral view.

Halotis sieboldii の発生経過

Development in *Halotis sieboldii* (Reeve)

括弧内の時間は受精後の経過時間数を示す。 Figures in parentheses show times elapsed after fertilization.

第 19 図 版 PL.XIX

1. 一受精卵 卵径 0.28mm
Fertilized egg. Diameter including egg membrane, 0.28mm.
2. 一第1分裂 (1 時間 40 分)
2 cell stage (1 hour 40 minutes).
3. 一第2分裂 (2 時間)
4 cell stage (2 hours).
4. 一第3分裂 (3 時間)
8 cell stage (3 hours).
5. 一第4分裂 (5 時間)
16 cell stage (5 hours).
6. 一桑椹期 (8 時間)
Embryo in morula stage (8 hours).

第 20 図 版 PL.XX

1. 一原腸期 (10 時間) 卵径 0.28mm
Embryo in gastrula stage (10 hours). Diameter including egg membrane, 0.28 mm.
2. 一同上上面観 (10 時間)
do. Animal pole view (10 hours)
3. 一担輪子期 (17 時間)
Embryo in trochophore stage (17 hours).
4. 一孵化后浮游期の担輪子 (19 時間)
Trochophore larvae in swimming stage after hatching (19 hours).
5. 一幼殻の形成を始めた担輪子 (24 時間)
Trochophore larvae began to secrete the larval shell (24 hours).
6. 一同上腹面観
do. Ventral view.
7. 一同上側面観
do. Lateral view.

第 21 図 版 PL.XXI

1. 一体の捩れの起る前の初期被面子期幼生 (29 時間)
Early veliger stage before torsion (29 hours).
2. 一同上 (32 時間) 殻長 0.26mm
do. (32 hours). Shell length 0.26mm.
3. 一捩れの終つた後の被面子期幼生 (48 時間) 殻長 0.29mm
Veliger larvae after torsion (48 hours). Shell length 0.29mm.
4. 一同上腹面観
do. Ventral view.

第 22 図 版 PL.XXII

1. 一眼点・触角を生じたる浮游期幼生 (2.5 日) 殻長 0.29mm
Swimming veliger having stigmas and cephalic tentacles (2.5 days). Shell

length 0.29mm.

2. 一面盤上の構造 (girdle 上の大繊毛を除く) (3.5 日)

Structure on velum (except larger cilla on prototrochal girdle) (3.5 days).

3. 一上足を生じたる浮游期幼生 (4 日)

Swimming veliger differentiated epipodes (4 days).

4. 一初期の匍匐期幼生右側面観 (5 日)

Larvae in early creeping stage (5 days). Lateral view.

5. 一同上面盤及び口部 (girdle 上の大繊毛を除く) の構造模型図 (5 日)

Structure of crown, velum and mouth part (except larger cilla on prototrochal girdle) (5 days).

第 23 図 版 PL. XXIII

1. 一初期匍匐期幼生左側面観 (7 日) 殻長 0.29mm

Early creeping larvae (7 days). Lateral view. Shell length 0.29mm.

2. 一周口殻を生じたる幼貝・腹面観 (11 日) 殻長 0.34mm

Young having peristomal shell (11 days). Ventral view. Shell length 0.34mm.

3. 一同上側面観

do. Lateral view.

4. 一同上背面観

do. Dorsal view.

5. 一周口殻かなりに発達せる幼貝 (16 日) 殻長 0.39mm

Young having more developed peristomal shell (16 days). Shell length 0.39mm.

第 24 図 版 PL. XXIV

1. 一完成された幼殻側面観 (5 日) 殻長 0.29mm

Larval shell completed. (5 days). Shell length 0.29mm.

2. 一同上腹面観

do. Ventral view.

3. 一蓋の側面及前面観 直径 0.12mm

Lateral and frontal views of operculum. Diameter 0.12mm.

4. 一幼殻表面の彫刻 $\times 250$

Sculpture on surface of larval shell.

5. 一周口殻形成されたる貝殻左側面観 (16 日) 殻長 0.39mm

Larval shell having peristomal shell (16 days). Shell length 0.39mm.

6. 一同上腹面観

do. Ventral view.

第 25 図 版 PL. XXV

周口殻の形成かなりに進んだ貝殻の背面及び左側面観 (20 日) 殻長 0.42mm

More advanced stage in peristomal development (20 days). Shell length 0.42mm.

Haliotis discus 消化器系統の解

Anatomy of alimentary system in *Haliotis discus* (Reeve)

第 26 図 版 PL. XXVI

貝殻を除きたる肉体の背面図

Dorsal view of specimen 15cm long, with shell removed.

第 27 図 版 PL. XXVII

消化器系統の配置を示す模型図

斜線部……………食道 柵目部……………歯舌
点線部……………胃 白地部……………腸

Dorsal view of general dissection to show the extent of alimentary system. Left dorsal wall of viscera has been removed.

第 28 図 版 PL. XXVIII

上図—舌軟骨の形態を示す図 縦長約 1.5cm A. 背面観 B. 腹面観 C. 左側面観

下図—口腔部縦断面

Upper : Dorsal (A), ventral (B) and lateral (C) views of odontophore.

Lower : Longitudinal section of buccal cavity.

第 29 図 版 PL. XXIX

口腔・食道及び胃の一部を背面に於て開き腸管の捻転状態を示す図 A, B は本文第 14 図に於ける食道の構造を示した断面の位置を指す。1~7 の番号は第 17 図に於て消化管内壁の構造を示したる位置を指す。

General dissection of alimentary system. The buccal cavity, oesophagus and stomach have been cut along the mid-dorsal lines. A, B show the position of transverse section on Text-fig. 14 and 1-7 show the position of intestine on Text-fig. 17.

第 30 図 版 XXX

胃の内部構造 及び第 4 胃の背面観 (A) と側面観 (B)

General dissection of stomach 1-3, cut along mid-dorsal line.

Right : Dorsal aspect (A) and lateral aspect (B) of stomach. 4.

第 31 図 版 XXXI

1. —外唇縦断面 ×280

Outer lip epitherium in longitudinal section.

2. —内唇縦断面・味蕾を示す ×240

Inner lip epithelium in longitudinal section showing taste bud.

3. —顎板下の口腔壁横断面 ×200

Cuticle and epithelium on the wall of buccal orifice under jaw.

4. —食道腹弁前部の口腔下底縦断面 ×240

Epithelium of lower buccal wall in longitudinal section on the anterior part of ventral oesophageal valve.

5. —歯舌鞘末端の造歯組織 ×140

Epithelium in transverse section of radular caecum at its posterior end.

6. —舌軟骨横断面 ×390

Transverse section of the cartilage in odontophore.

第 32 図 版 PL.XXXII

1. 一上唾腺縦断面 ×190
Longitudinal section of upper salivary gland.
2. 一主唾腺縦断面 ×190
Longitudinal section of main salivary gland.
3. 一食道腹弁横断面 ×27
Longitudinal section of ventral oesophageal valve.
4. 一食道壁横断面 ×54
Transverse section of oesophageal wall.
5. 一同上一部拡大 ×370
Part of oesophageal wall.
6. 一食道壁に見られる特殊組織 ×470
Special tissue found on oesophageal wall.

第 33 図 版 PL.XXXIII

1. 一食道側嚢壁横断面 ×140
Epithelium of the wall in oesophageal pouch.
2. 一第一胃上皮組織 ×380
Epithelium of stomach 1.
3. 一肝臓組織 ×490
Part of liver to show crypt cells and large cells around tubule.
4. 一第二胃下底褶襞部横断面 ×23
Transverse section on the folding part at the lower wall of stomach 2.
5. 一同上一部拡大 ×240
Part of the same wall in stomach 2.
6. 一第二胃背壁上皮組織 ×200
Epithelium on the dorsal surface of stomach 2.

第 34 図 版 XXXIV

1. 一第三胃上皮組織 ×490
Epithelium of the stomach 3.
2. 一第四胃上皮組織 ×380
Epithelium of stomach 4.
3. 一腸壁 (第 29 図版 3) 横断面 ×200
Transverse section of intestine passing through 3 in Plate XXIX.
4. 一腸壁 (第 29 図版 4) 上皮組織 ×380
Transverse section of intestine passing through 4 in Plate XXIX.
5. 一腸の心臓貫通部に於ける上皮組織 ×140
Epithelium of intestine in the pericardial cavity.
6. 一終腸横断面 ×70
Transverse section of rectum.

略 字 記 号

List of abbreviation used in plates

- a. 肛門 (Anus)
 ap. 殻口 (Aperture)
 ap.t. 頂毛 (Apical tuft)
 buc.p. 口腔嚢 (Buccal pouch)
 c.co. 脳連合 (Cerebral commissure)
 cd.p. 噴門部 (Cardiac portion)
 ceph.t. 頭部触角 (Cephalic tentacles)
 ci. 纖毛 (Cilla)
 ci.ep. 纖毛上皮 (Ciliated epithelium)
 c.l.1. 第一纖毛葉 (First ciliary lobe)
 c.l.2. 第二纖毛葉 (2nd ciliary lobe)
 con.a. 肝臟角狀部 (Conical appendage)
 ct. 本鰓 (Ctenidium)
 cu. クチクラ層 (Cuticle)
 e.c. 内胚葉細胞 (Endodermal cell)
 e.m. 卵膜 (Egg membrane)
 ep. 上足 (Epipode)
 ep.t. 上足触角 (Epipodial tentacle)
 f. 足 (Foot)
 h. 心臟 (Heart)
 int.1-2 腸 (Intestine)
 j.p. 顎板 (Jaw plate)
 l. 肝臟 (Liver)
 l.s.al. 側唾腺 (Lateral salivary gland)
 l.s.gl.o. 側唾腺開口 (Opening of lateral salivary gland)
 l.sh. 幼殻 (胎殻) (Larval shell)
 m. 筋肉 (Muscle)
 m.l. 縱走筋 (Longitudinal muscle)
 m.s.gl. 主唾腺 (Main salivary gland)
 m.tr. 環走筋 (Transverse muscle)
 mant. 外套膜 (Mantle)
 mant.o. 外套囊背縁部 (Oblique termination of mantle pocket)
 mant.l.l. 左外套前葉 (Anterior left lobe of mantle)
 mant.l.r. 右外套前葉 (Anterior right lobe of mantle)
 mo. 口 (Mouth)
 muc.c. 粘液細胞 (Mucous cell)
 n.st.3. 第三胃狭窄部 (Narrow part of stomach 3)
 o.1-4. 輸胆管開口 (Orifices of ducts of digestive gland)
 od. 舌軟骨 (Odontophore)
 od.m.l. 舌軟骨結合筋 (Muscle connecting dorsal cartilages)
 od.d. 主軟骨 (Dorsal cartilage of odontophore)
 od.1. 側軟骨 (Lateral cartilage of odontophore)
 oes. 食道 (Oesophagus)
 oes.f.r. 右食道隔壁 (Right oesophageal furrow)
 oes.p.r. 右食道側囊 (Right oesophageal pouch)
 oes.v.d. 食道背瓣 (Dorsal oesophageal valve)
 oes.v.v. 食道腹瓣 (Ventral oesophageal valve)
 o.s. 吻の起源 (Origin of snout)
 op. 蓋 (Operculum)
 ot. 平衡器 (Otolith)
 pal.t.l. 左外套触角 (Left pallial tentacle)
 pal.t.m. 中央外套触角 (Median pallial tentacle)
 pal.t.r. 右外套触角 (Right pallial tentacle)
 p.b. 極体 (Polar body)
 pe. 囲心腔 (Pericardial cavity)
 ped.gl.p. 後部足腺 (Posterior pedal gland)
 ped.so. 足蹠 (Pedal sole)
 ped.d. 足背部 (Dorsal surface of foot)
 p.(pr.)g. 原担輪帶 (纖毛環) (Prototrochal girdle)
 pig. 色素 (Pigment)
 ph. 喰菌細胞 (Phagocyte)
 pl.ped.m. 側足神經節 (Pleuro-pedal mass)

p.s.足剛毛 (Pedal setae)
 pst.周口殼 (Peristomal shell)
 pyl.p.幽門部 (Pyloric portion)
 rad.齒舌 (Radula)
 rad.c.e.齒舌囊末端 (End of radular
 caecum)
 rad.s.齒舌鞘 (Radular sheath)
 resp.p.1-2.第 1-2 呼吸孔 (Respiratory
 pore)
 r.ren.右腎臟 (Right renal organ)
 s.吻 (Snout)
 sh.貝殼 (Shell)
 sh.g.貝殼分泌腺 (Shell gland)

sh.m.l.左貝殼筋 (Left shell muscle)
 sh.m.r.右貝殼筋 (Right shell muscle)
 sph.m.括約筋 (Sphincter muscle)
 st.1-4.第 1-4 胃 (Stomach 1-4)
 st.cae.胃盲囊 (Stomachal caecum)
 st.cae.o.胃盲囊開口 (Opening of sto-
 machal caecum)
 stm.原口 (Stomodaeum)
 typh.隆起線 (Typhlosole)
 u.s.gl.上唾腺 (Upper salivary gland)
 v.1-2.胃弁 (第 1-2) (Stomachal valve 1-2)
 visc.sp.螺旋狀內臟囊 (Visceral spire)

Summary in English

The abalone *Haliotis* is a common marine gastropod widely distributed along the coast of Japan (Text-fig. 32). The meat is valued as food and the shell is utilized for ornamental purposes and tools, and is therefore of commercial importance. The present report based on observations during the past ten years, deals with the life history, food habits and taxonomy of this genus.

(1) In regard to the embryological studies of this genus, BOUTAN (1899) reported on the European species, *H. tuberculata*, including four figures in the development of his account of zygobranch ontogeny. Unfortunately Boutan's work yields scanty information concerning the habits and details of the late larval stage, and the duration of larval life was unknown to him. STEPHENSON (1924) obtained trochophores of this species, but was unable to develop the larvae for more than 62 hours. MURAYAMA (1935) was the first to succeed in obtaining artificially fertilized eggs of the Japanese species, *Haliotis gigantea*, and he studied them for about 6 weeks after fertilization.

The writer succeeded in getting fertilized eggs of two more important species, *H. discus* (Plates I-XVIII) and *H. sieboldii* (Plates XIX-XXV) and he carried the development of *discus* for 13 months after fertilization.

The spawning season of *H. gigantea*, *H. discus* and *H. sieboldii* is from late October to early December at water temperatures ranging between 20°C and 15°C. According to the writer's observations, the spawning takes place at the water temperature of 20°C at five day intervals (Text-fig. 2). *Haliotis* is dioecious and there is no sexual differentiation either in shell form or coloration, but sex is clearly distinguished internally by the coloration of the gonad. The ovary is greenish, the testis creamy-white. According to the quantitative investigation of the abalones collected during 1936-1940 by women divers at Mera, Chiba prefecture, the writer found there was a migration of adult from deep to shallow water associated with breeding (Text-fig. 3; Table 1).

The genital products of both sexes escape into the branchial cavity and are set free in the sea through the third or fourth respiratory pores. The ova sink to the bottom soon after they are extruded, while the sperm swim actively. MURAYAMA (1935) obtained fertilized eggs artificially by adding matured sperm water to the

jar containing mature females.

The writer succeeded in promoting spawning by the stimulation produced by water warmer than usual as shown in Text-fig. 1 and Table 2. The eggs are spherical, and each is enclosed within a thick gelatinous coating. The size is 0.21-0.22 mm in diameter including egg membrane, and the yolk is 0.18mm in an unfertilized condition (Table 3). On the other hand, the diameter of the fertilized egg is 0.23 mm in *H. discus* and 0.27-0.28 mm in *H. sieboldii* and *H. gigantea* (Table 4). Concerning the activities of spermatozoa at various water temperatures and salinities, the author points out that *discus* is comparatively stronger than *gigantea* and *seiboldii* (Text-figs. 4-5). Within 10 minutes after oviposition the first and second polar bodies are ejected (Plate I, fig. 1; Plate XIX, fig. 1). The first cleavage of the egg takes place meridionally about 100 minutes after oviposition (Plate I, fig. 2; Plate XIX, fig. 2). In both species, *sieboldii* and *discus*, the division of the egg is total and unequal as reported for *tuberculata* and *gigantea* (Plate I, fig. 3-Plate II, fig. 4; Plate XIX, fig. 3-Plate XX, fig. 2).

At the temperature of 16-18°C, the youngest trochophore stage is reached within 13 hours after the egg is laid and begins to rotate in the egg membrane by means of cilia surrounding the prototrochal girdle (Plate II, fig. 5; Plate XX, fig. 3). The trochophore of *sieboldii* and *discus* have apical tufts on top. The trochophore escapes from the egg membrane within 20 hours after fertilization at the temperature of 16-18°C (Table 5). The hatched larvae are positively phototactic. The trochophore is transformed into the veliger stage within 27-28 hours after fertilization and torsion takes place from 45 to 46 hours after fertilization (Plate II, fig. 6-Plate III, fig. 4; Plate XX, fig. 4-Plate XXI, fig. 4). The veliger which finishes torsion shows the origin of cephalic tentacles, stigma, foot and operculum; and the larval shell is almost perfectly formed (Plate III, fig. 4; Plate XXII, fig. 1).

The larval shell is reported by MURAYAMA (1935) to be 0.36 mm long in *H. gigantea*, but in *sieboldii* and *discus* it is 0.29mm (Plate VI, figs. 1-2; Plate XXIV, figs. 1-2). Microscopic observation of the surface of the larval shell, *H. discus* (Plate VI, fig. 3) and *H. sieboldii* (Plate XXIV, fig. 4) shows a clear difference. The operculum is circular and 0.124 mm in diameter in both species (Plate VI, fig. 3; Plate XXIV, fig. 3). Fine sinistral striae are found at the central part of the

operculum. The operculum exists for 13-15 days after fertilization and is then discarded. For 8-11 days after oviposition the veliger floats in seawater and then settles to the bottom (Plate IV, figs. 3-4; Plate XXIII, fig. 1). The velum is then absorbed and the peristomal shell is secreted along the outer lip of the aperture of the larval shell (Plate V, figs. 1-4; Plate VI, fig. 5; Plate XXIII, figs. 2-4). The shell attains a length 0.42 mm in 21 days (Plate IX, fig. 3; Plate XXV, figs. 1-2), 0.73 mm in 40 days (Plate X, figs. 1-3), 0.88 mm in 50 days (Plate IX, fig. 4; Plate XI, figs. 1-2), 1.25-1.40 mm in 100 days and 2.3-2.5 mm in 130 days (Plate XII, figs. 1-2). The first respiratory pore appears at about the 130th day. Before the formation of the first respiratory pore two peculiar protuberances called "ciliary lobes" are found on the posterior part of the left eye rod (Plate VIII, figs. 3-4; Plate X, figs. 1-3; Plate XI, figs. 1-2; Plate XII, fig. 1; Plate XXIII, figs. 2-5). The cilia on the lobes are moving vigorously to create the current to eject the exhalent water from the gill chamber. The number of respiratory pores is two in number at 140 days (Plate XIII, fig. 1), and four at 160 days (Plate XIV). The epipodial processes which originated at about 5 days after fertilization on both sides of foot (Plate IV, figs. 3-4; Plate XXII, figs. 3-4) increase to about 15 pairs at an age of 160 days (Plate XV).

The food during the floating stage consists of plankton organisms such as *Monas* etc., but in the early creeping stage the young scrapes off benthic diatoms from the bottom with its radula. However, diatoms are apparently not entirely suitable for growth in the later creeping stage. Individuals fed only on diatoms for 10.5 months produced a shell 6.7 mm long (Plate XVII), whereas other young individuals, transferred at the age of 6 months to a natural rock environment having abundant available calcareous and other minute algae, produced a shell 18 mm long at the end of the same period of time (Plate XVIII, Text-fig. 6). The shell secreted during the period when fed on diatoms was white, while it was reddish purple with yellow or white spots during the period when algae was the diet (Plate XVIII, fig. 1).

The writer examined the activities of *H. sieboldii* larvae in various environment. The survival of eggs in relation to temperature is fairly great within the range of 7.8-28°C, especially between 7.8-13.3°C (Text-fig. 9). The survival in relation to the salinities is great in the range of 1.017-1.027, especially between 1.022-1.

027 (Text-fig. II). The speed of locomotion of the larvae 15 days after fertilization averaged 2.36 cm per minutes, with a maximum speed of 3.7 mm per minutes. Phototaxis is not as marked in *H. sieboldii* as in *H. discus*.

(2) The writer studied on the anatomy (Plates XXVI-XXX) and histology (Plates XXXI-XXXIV) of the alimentary system of *H. discus*, and discusses the relation between growth and food in various stages of the development. The alimentary system is situated along the left side of the big right muscle, except for the liver which protrudes anteriorly on the right side of that muscle (Plate XXV II). The mouth is directed anteriorly and taste buds are found histologically in its inner wall (Plate XXXI, fig. 2). The radula is large and composed of one median, five laterals and numerous marginal teeth (Text-fig. 13). Its position is shown in Plate XXVIII. The salivary glands are of tubuloalveolar type and are opaque vermilion, divided into three parts (Plate XXVII; Plate XXXII, figs. 1-2). The oesophagus has two ventral (Plate XXXII, fig. 3) and dorsal valves at the opening from the buccal cavity (Plates XXVIII-XXIX) and is supplemented by the extensive cavities of the oesophageal pouches.

According to observation the stomach is divided into four parts as shown in Plates XXIX-XXX. The separation of the stomach and the intestine is marked by the appearance of mucous cells on the intestinal epithelium, on the thicker wall of the stomach and on its longitudinal pleats (Text-fig. 16; Plate XXXIV, figs. 2-3).

The intestine, which is long and meanders along the left side of the right shell muscle (Plates XXVII & XXIX), bears a typhlosole extending longitudinally almost to the anus. The inside appearance of various parts of the intestine are as shown in Text-fig. 17. The anus is directed anteriorly in the roof of the respiratory chamber. All of the intestinal epithelium is ciliated and mucous cells and phagocytes are frequently wedged between the epithelial cells (Plate XXXIV, figs. 3-6).

The food changes from nannoplankton for the trochophore through minute various algae for the young in early creeping stage to the brown or red algae for the adult. The writer found the adults feeding on the algae *Eisenia*, *Sphacelaria*, *Corallina*, *Arachnoides*, and foraminifera *Robulus*, *Discorbis* etc. Various minute shell fragment of gastropods or polychaeta and sand granules were also noted.

However stomach contents show that brown algae such as *Eisenia* are the main food for this animal from the standpoint both of quantity and frequency. The comparison of the food value between *Eisenia* and *Gelidium* shows that the former is remarkably superior to the latter, as shown in Table 8. According to the experiment on the relation between food and coloration of the adult shell, it was noted that the changes in diet were responsible for the physical change in the color of the shell as well as in early creeping stage shown in the chapter of the development (Plate XVIII, fig. 1).

In regard to the seasonal growth of abalone, previous students have pointed out that this mollusk grows rapidly in winter and become lean in summer because of the greater abundance of the food on the bottom during the winter. The mollusks used in this work were placed in bamboo baskets and fed abundantly with *Eisenia*, the basket being kept in an artificial pool (Text-fig. 12) filled with sea water, and the seasonal change in feeding and growth of abalone *H. discus* was observed during one year. Its food consumption is at a maximum during the period from January to April or May, and declines toward summer. Food consumption reaches a minimum during the breeding season which lasts from October to November, and assumes an ascent thereafter. Hand in hand with this change, the growth of the animal is maximum and minimum in the corresponding months (Text-fig. 18). These results are generally supported by the data published by OKAMURA and SENO(1920). The decline in the food intensity during breeding season was not recognized by the author on similar experiments using immature materials (Text-fig. 19). For this reason, it is believed that these seasonal changes are caused by the internal physiological conditions of abalone itself, not by the abundance of the algal food in the environment. The conversion coefficient of *Eisenia bicyclis* for the abalone is calculated as 15.2 during the period from December to May (Table 10).

(3) Finally the writer discusses the taxonomy of the Japanese abalones, especially the taxonomic relation between *Haliotis kamtschatkana* which inhabits cold water and *Haliotis discus* inhabiting warm water.

After the first description of this species, collected from Unalaska, Aleutian Archipelago, by JONAS (1845), it was also reported from the northern Pacific coast of Alaska, British Columbia and California. The writer did the taxonomic com-

parison of the character of the shell and the soft part of two *kamtschatkana* collected from American coast (Kosciusko Island, A'aska, by Dr. HANNA in California Academy of Science) and the Far-Eastern coast of the Pacific Oceans, and concluded that the latter *kamtschatkana* is quite different from the true *kamtschatkana* which inhabits the American coast, and which was originally described by JONAS.

The main difference in these groups are as follows :

a. Shell :

1. Shell form (Text-figs. 20, 21, 37 and Tables 12, 14)
2. Sculpture on the dorsal surface (Text-figs. 22-24 and Table 13)
3. Number of the respiratory pores (Text-fig. 25)
4. Coloration on the dorsal surface.

The outside of American *kamtschatkana* is tessellately variegated with bright red and green, spiral ridges articulated with red and white, while the Japanese is green, faintly radiated with pale brown

b. Soft parts :

1. Epipodial process (Text-fig. 26)
2. Radula (Text-fig. 13, B & C)

The writer establishes a subspecies, *Haliotis discus hannai* for what previously was called *H. kamtschatkana* in Japan for the following reasons :

a. Morphological :

1. Similarity of shell form and soft part (Text-figs. 28, 29 and 26, 27)
2. *kamtschatkana* type transplanted to southern warmer waters from natural northern colder areas changes its shell form to *discus* type (Text-figs. 30, 31).

3. Ecological :

1. Similarity of vertical distribution (Text-fig. 33 and Table 17).
kamtschatkana type inhabits in shallow waters, 4-5 meters depth.
2. *Kamtschatkana* type was abundantly collected in a strictly special area of Kagoshima Pref. (Eastern side of Nagashima Island faced Yatsushiro Bay) in the warmer waters where the *discus* type is usual. (Text-fig. 32, A; Table 16)

As to why only *discus* is distributed northward to colder area while the other two species, *gigantea* and *sieboldii* are not found there, the writer believes the

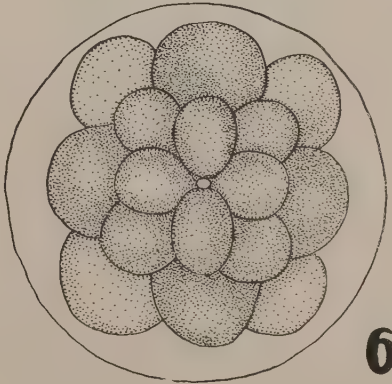
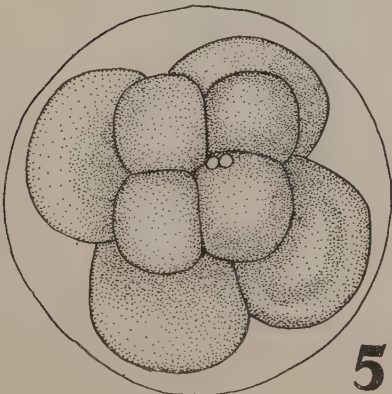
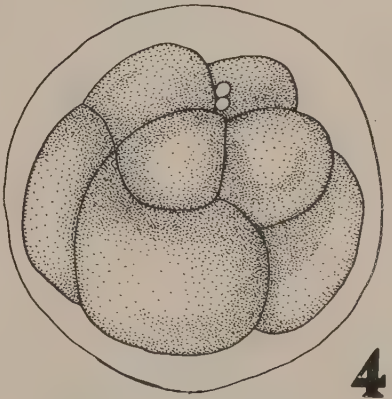
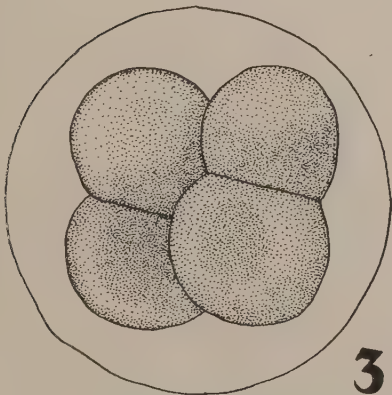
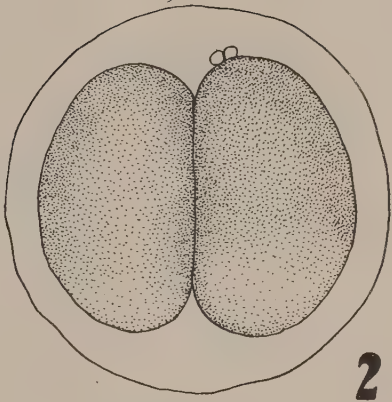
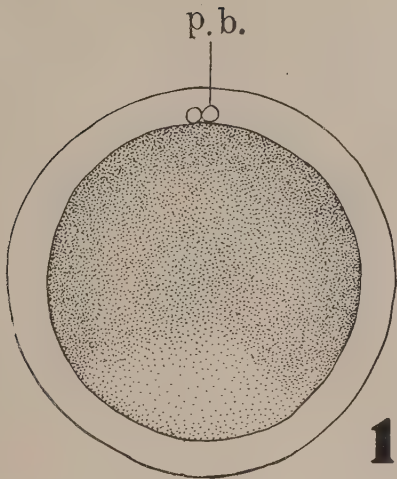
comparatively greater adaptability or ecological superiority of *discus* against its environment accounts for the condition. He shows peculiarity of *H. discus* in the experiments concerning sperm activities (Text-figs. 4-5), heart pulsations (Text-figs. 34-35) and movement (Tables 19, 20 and Text-fig. 36) in various temperatures and salinities.

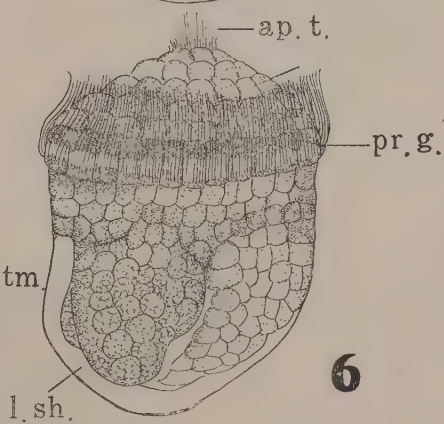
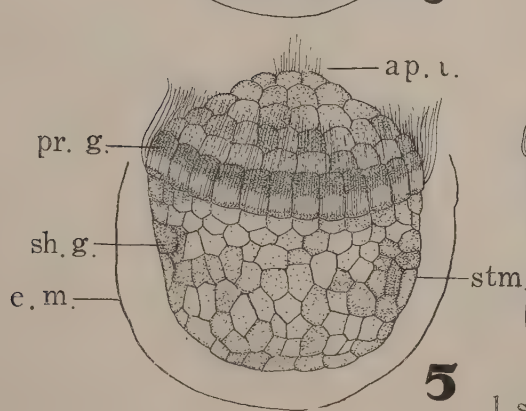
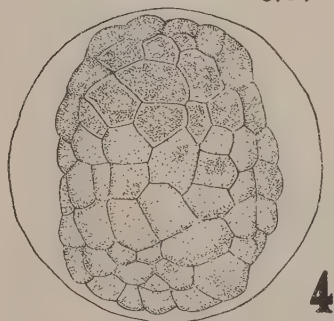
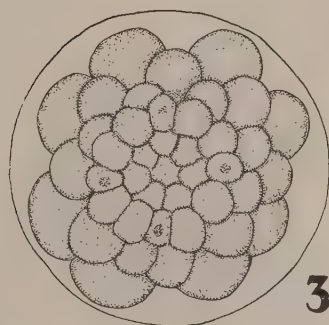
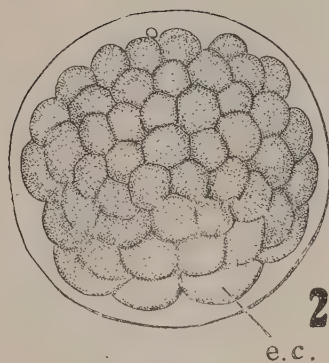
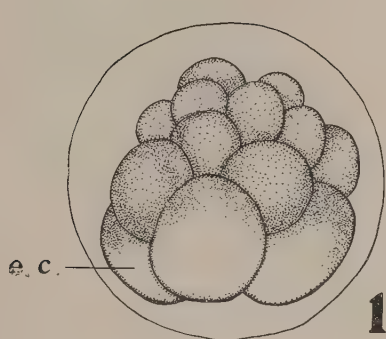
As the result of his investigation the writer emphasizes the need in management of the fisheries ground to fecundate the bottom for the growth of suitable brown algae, such as *Eisenia* and *Laminalia* as well as the protection of matured individuals by the enforcement of the regulations referring to the size of body, fishing season and in other ways. Moreover, the writer advocates the transplanting of northern form, *Haliotis discus hannai* in colder waters to southern waters believed to be, at the present moment, the most rational and effective measure for the final goal of the propagation of Japanese abalones.

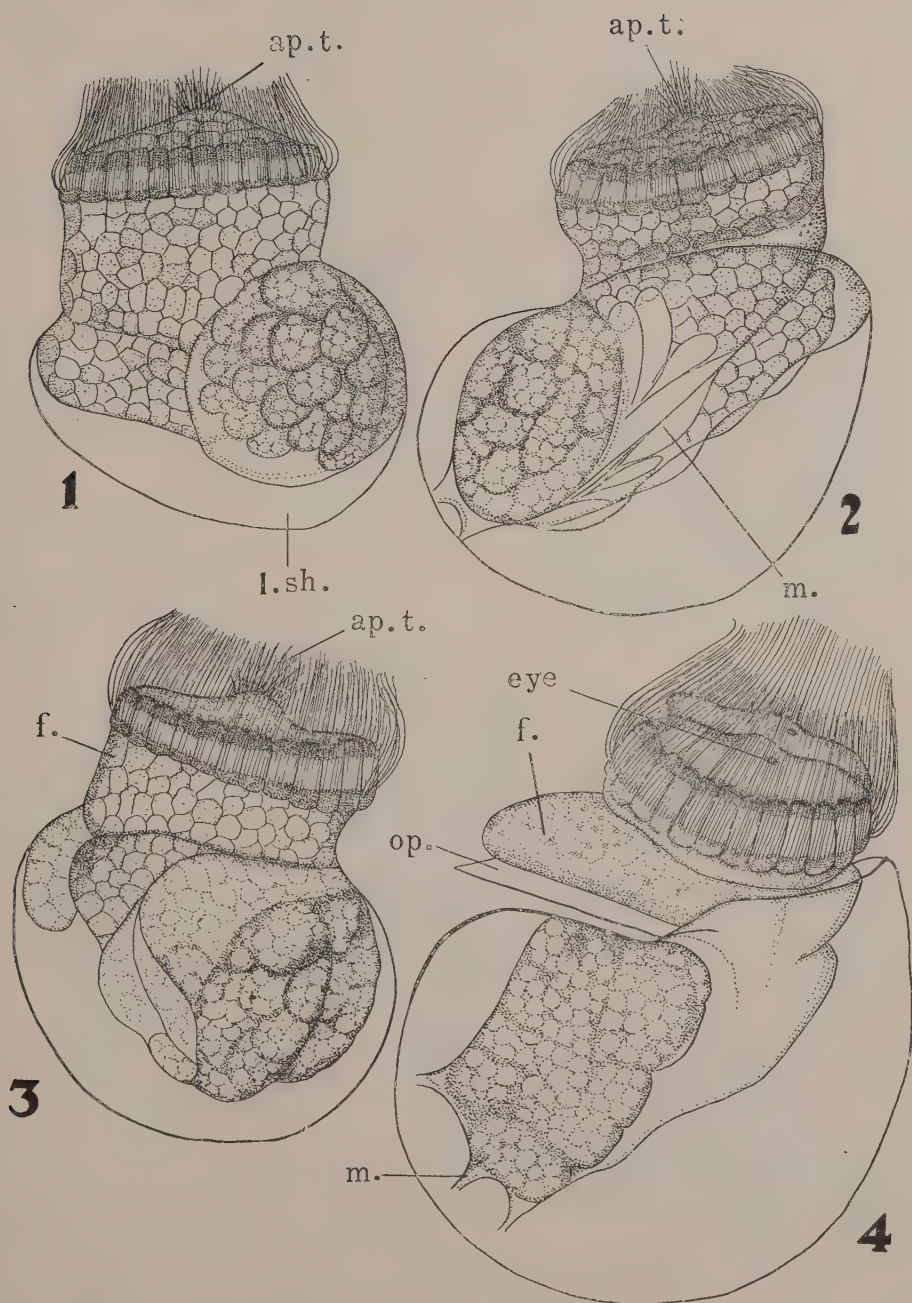
圖

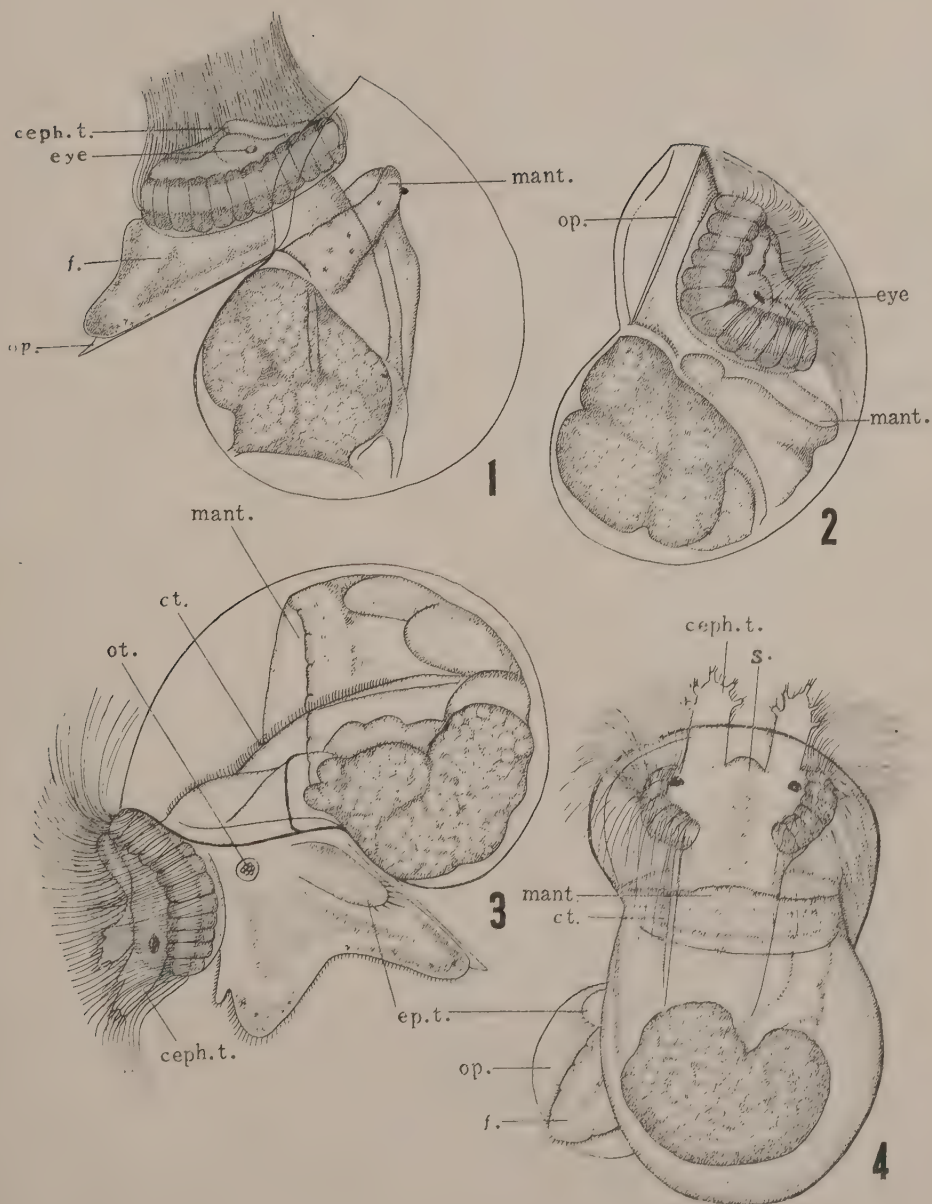
版

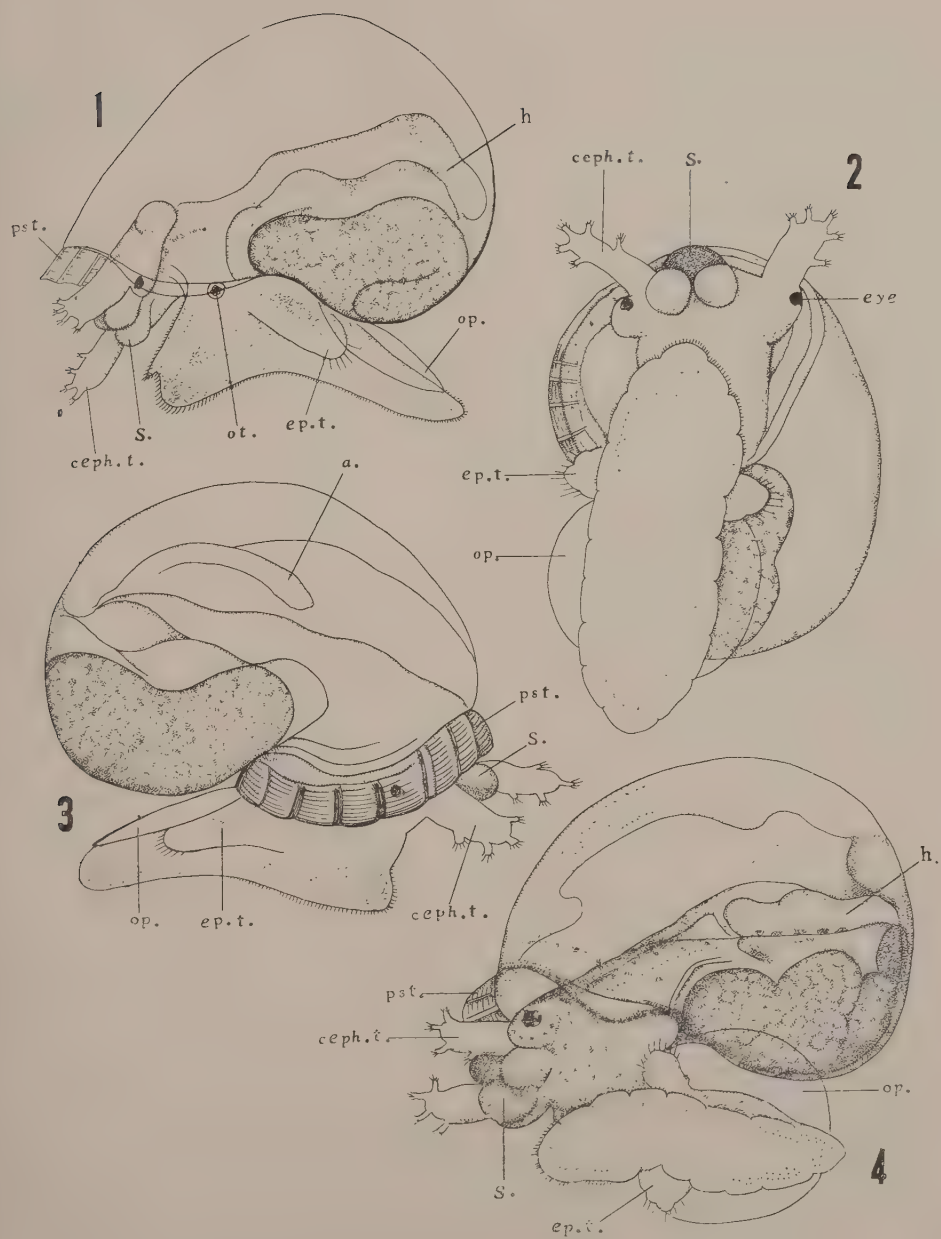
PLATES

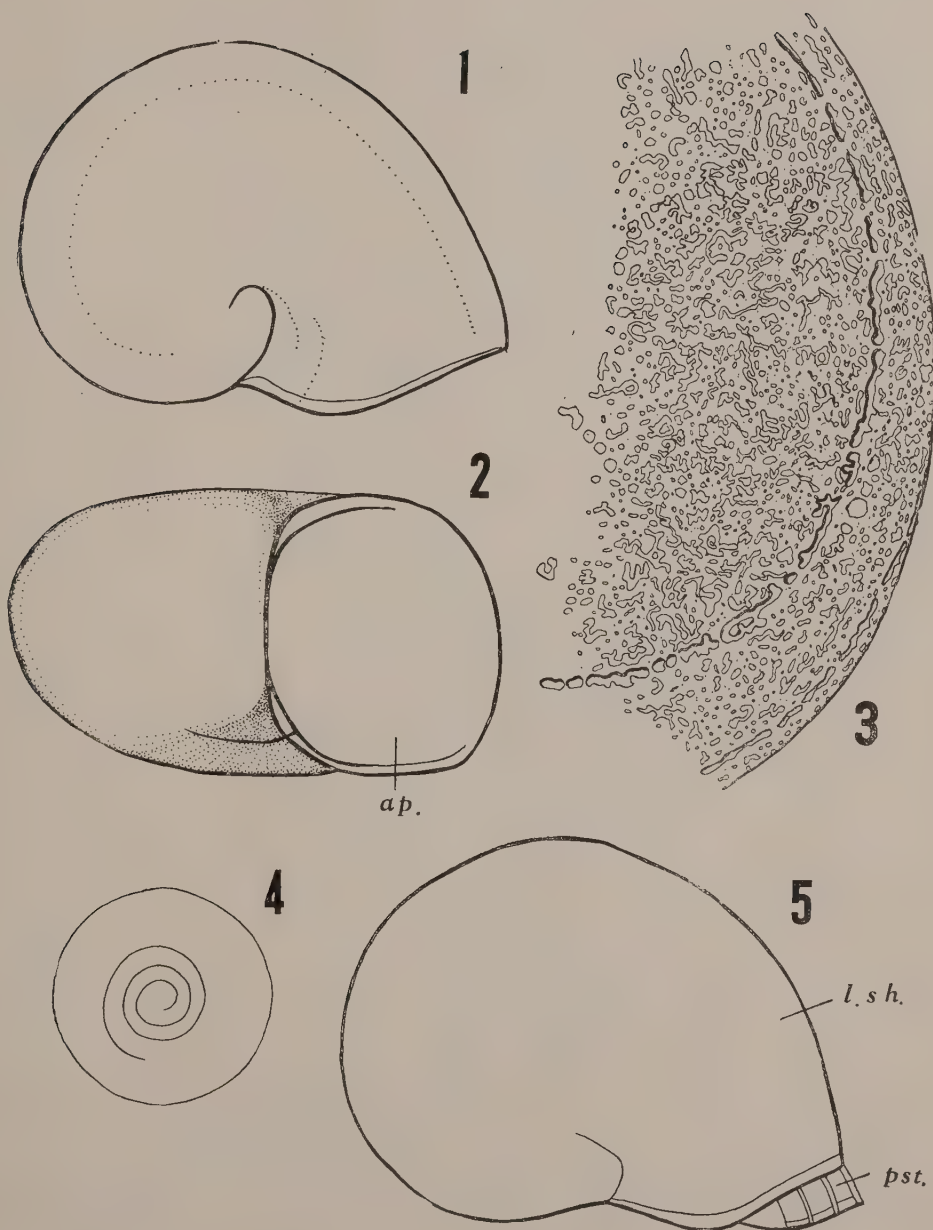


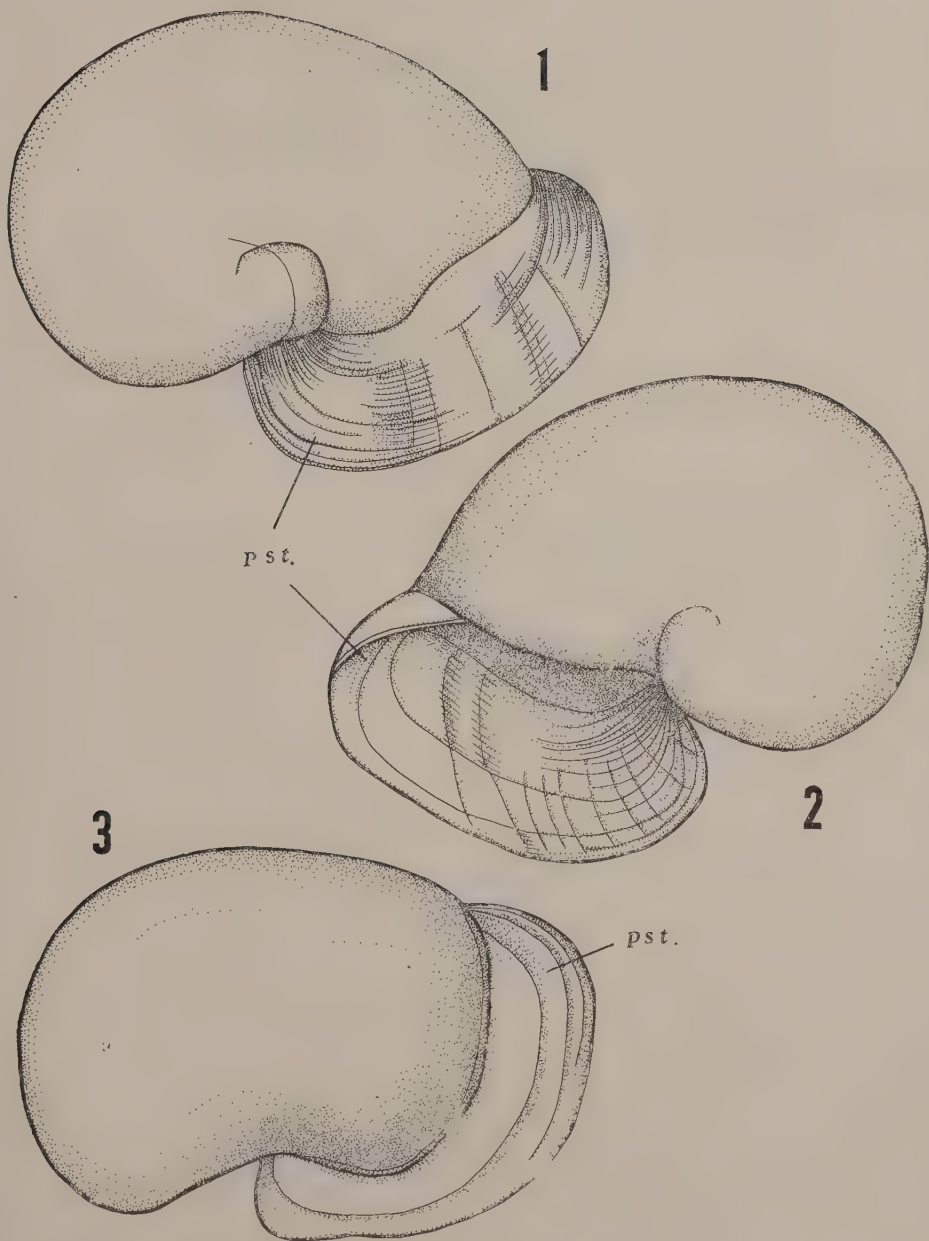


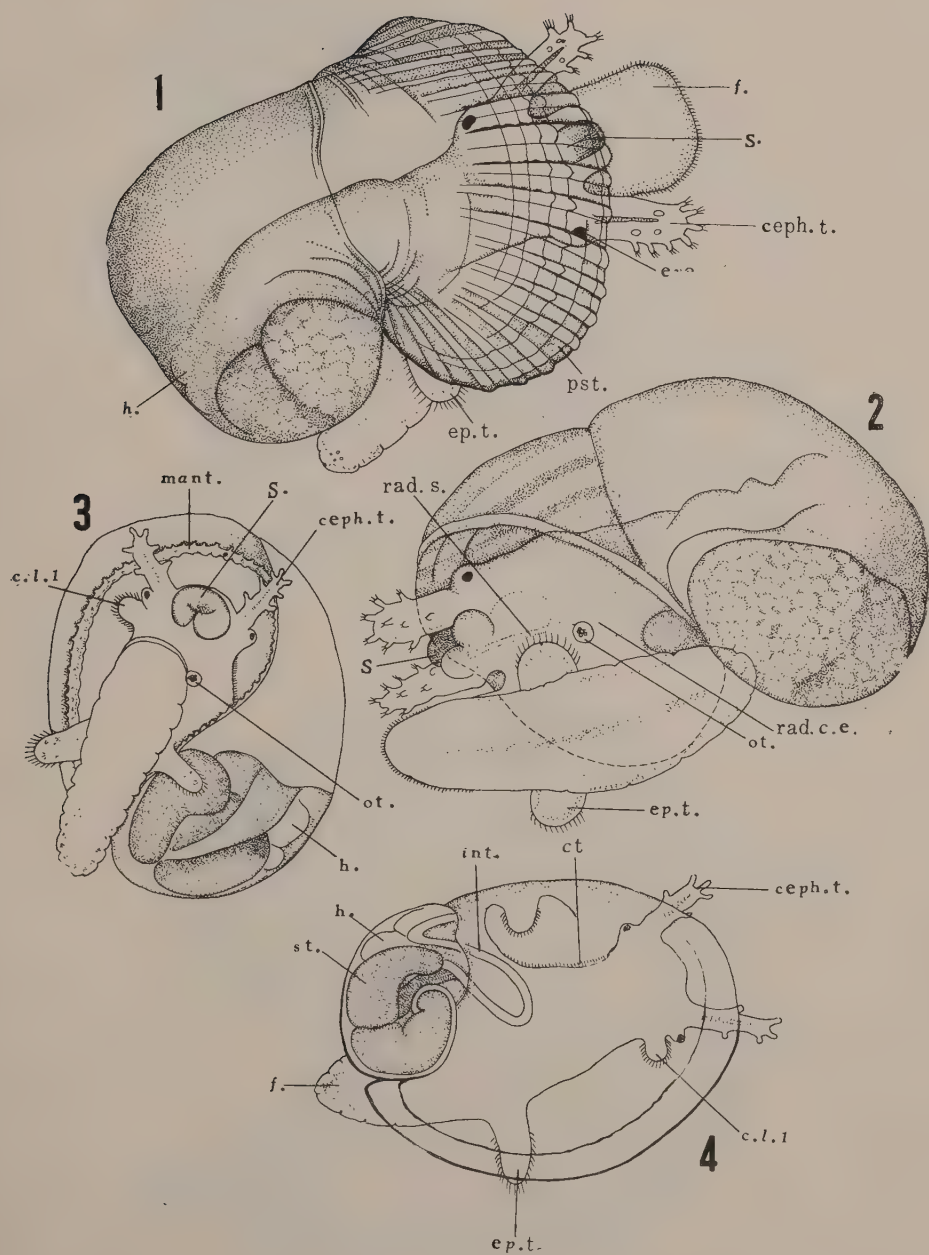


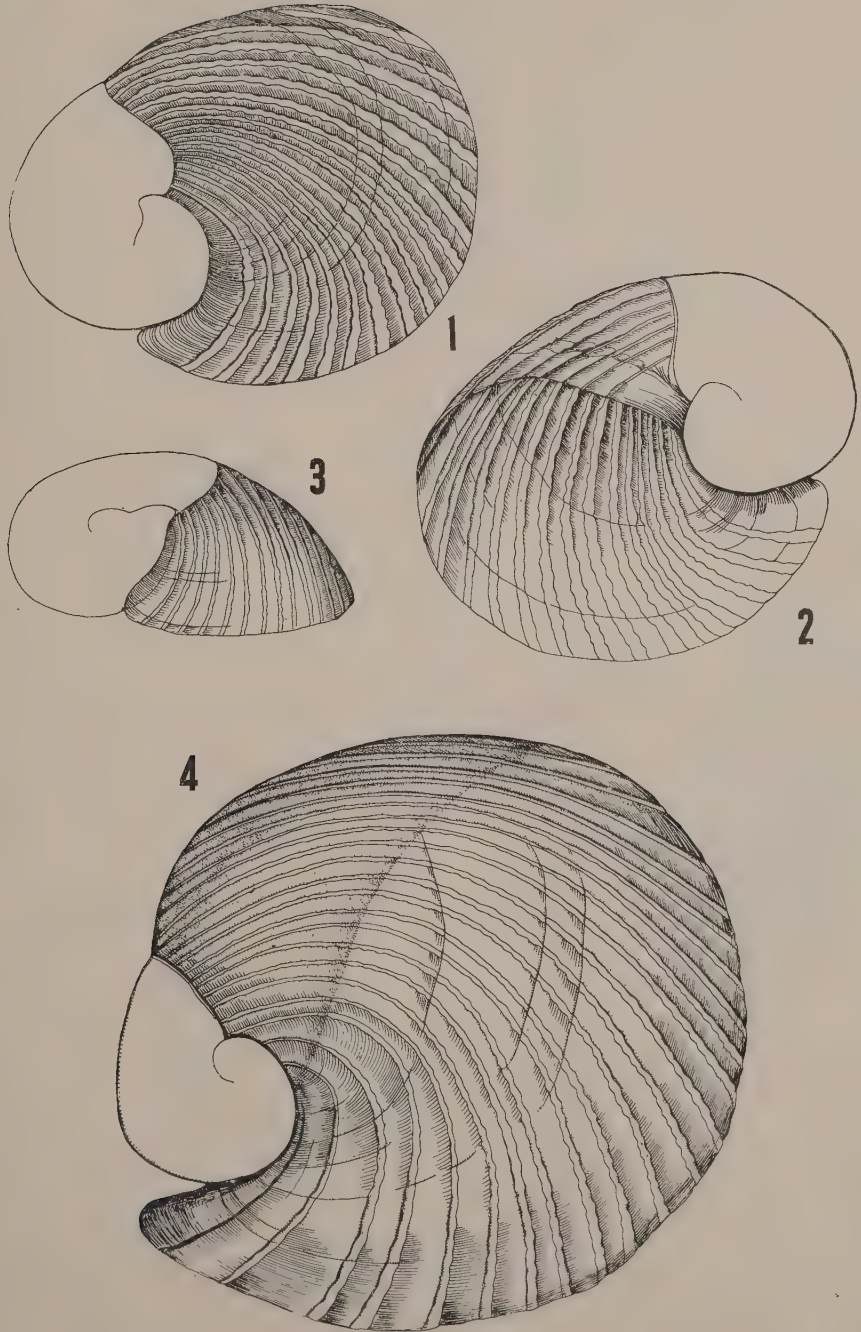


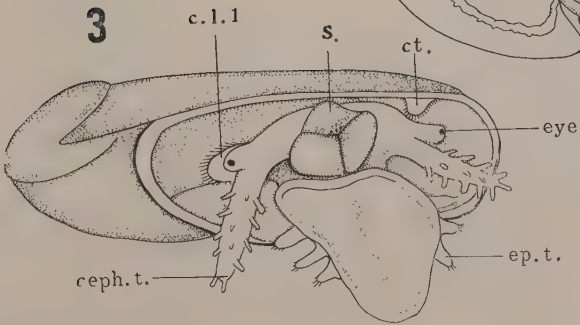
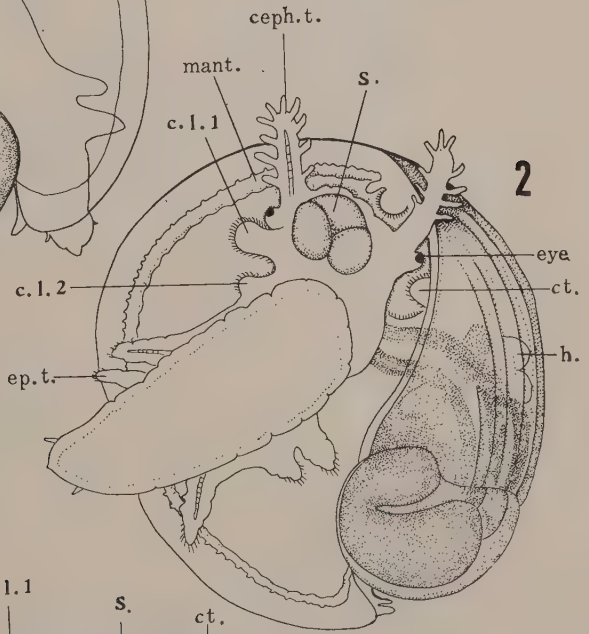
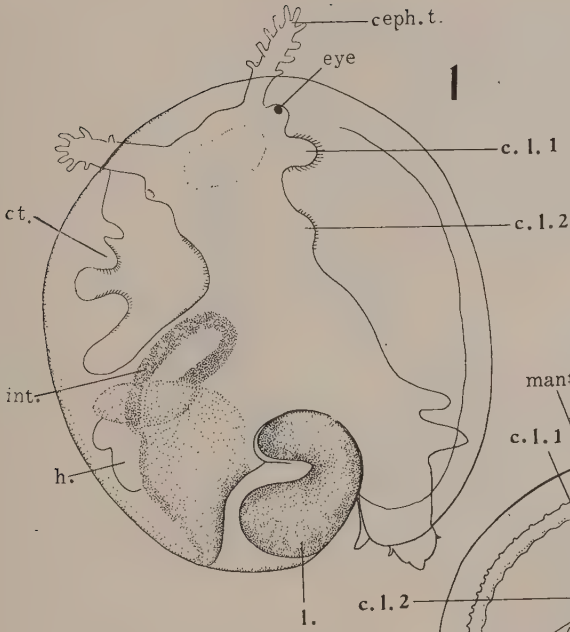


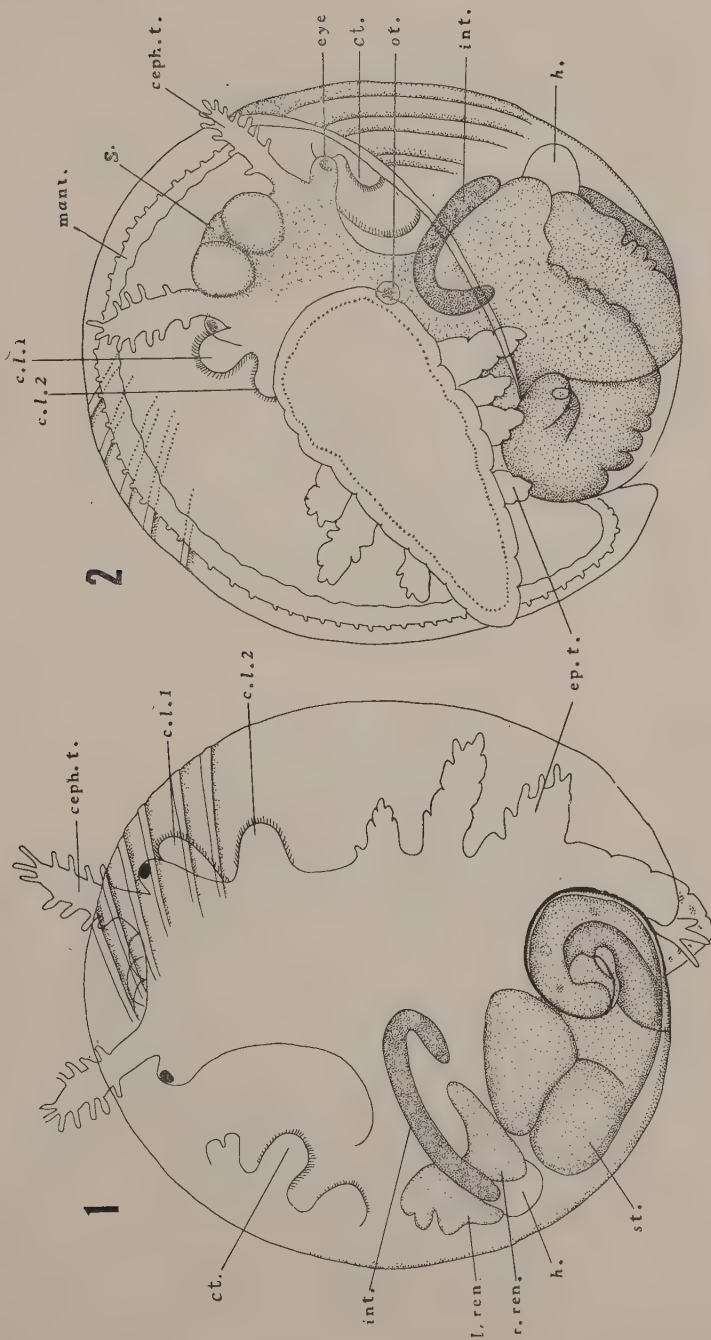


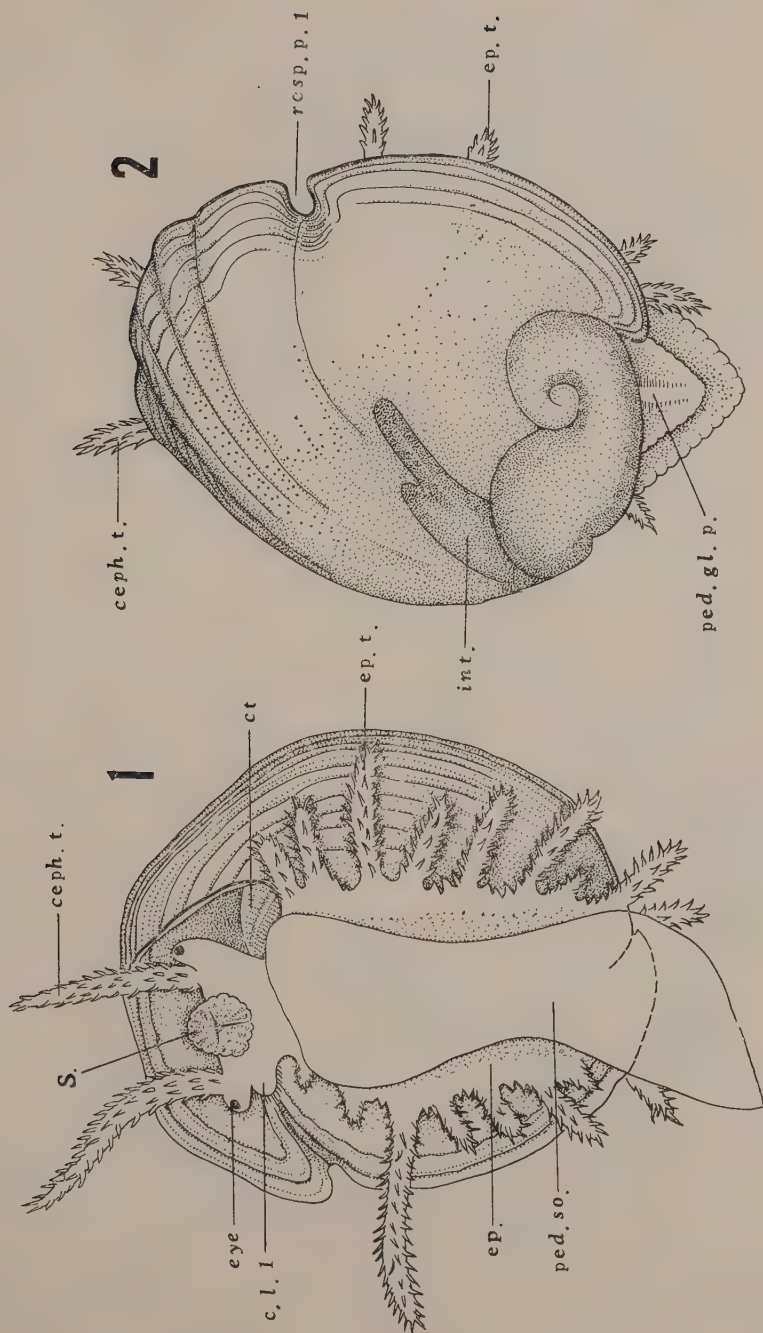


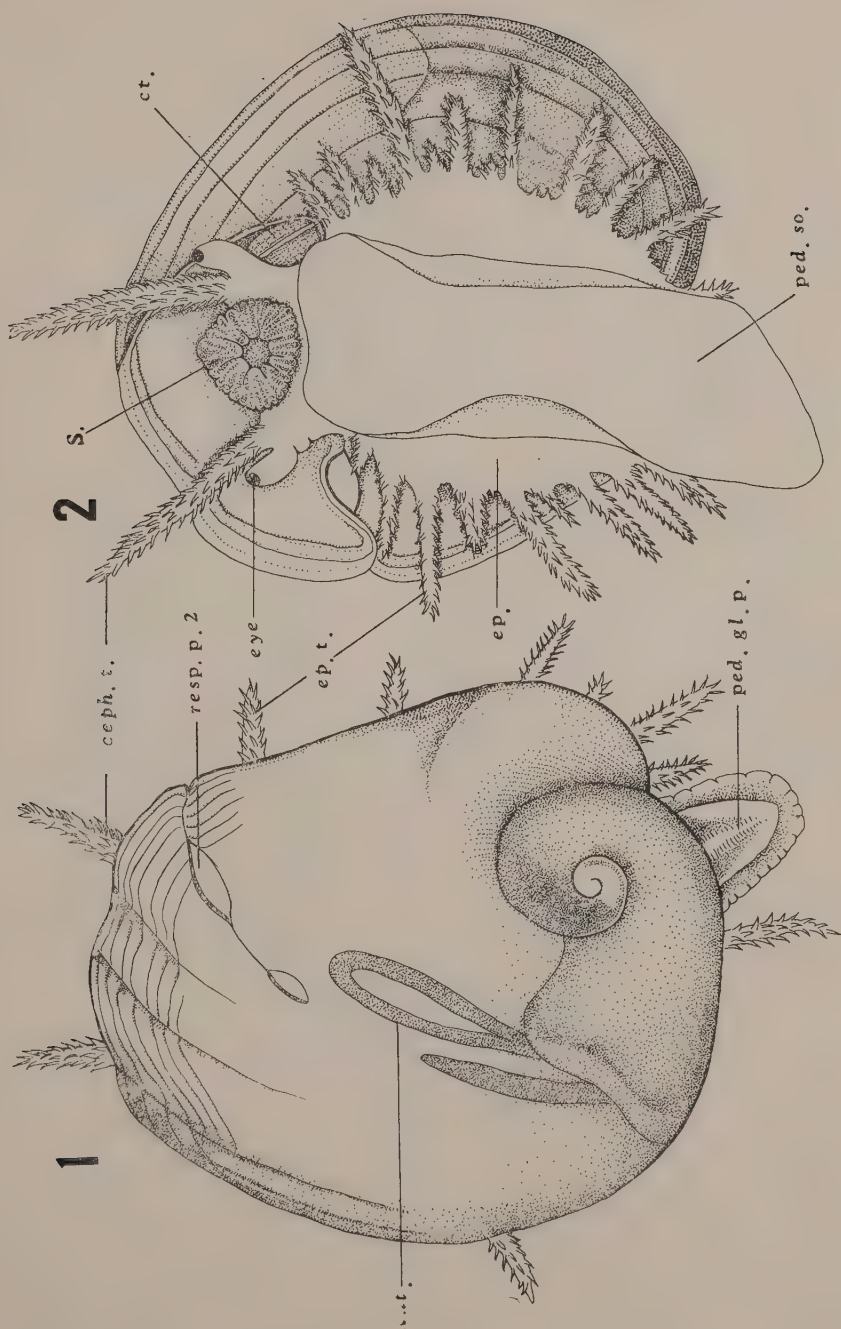


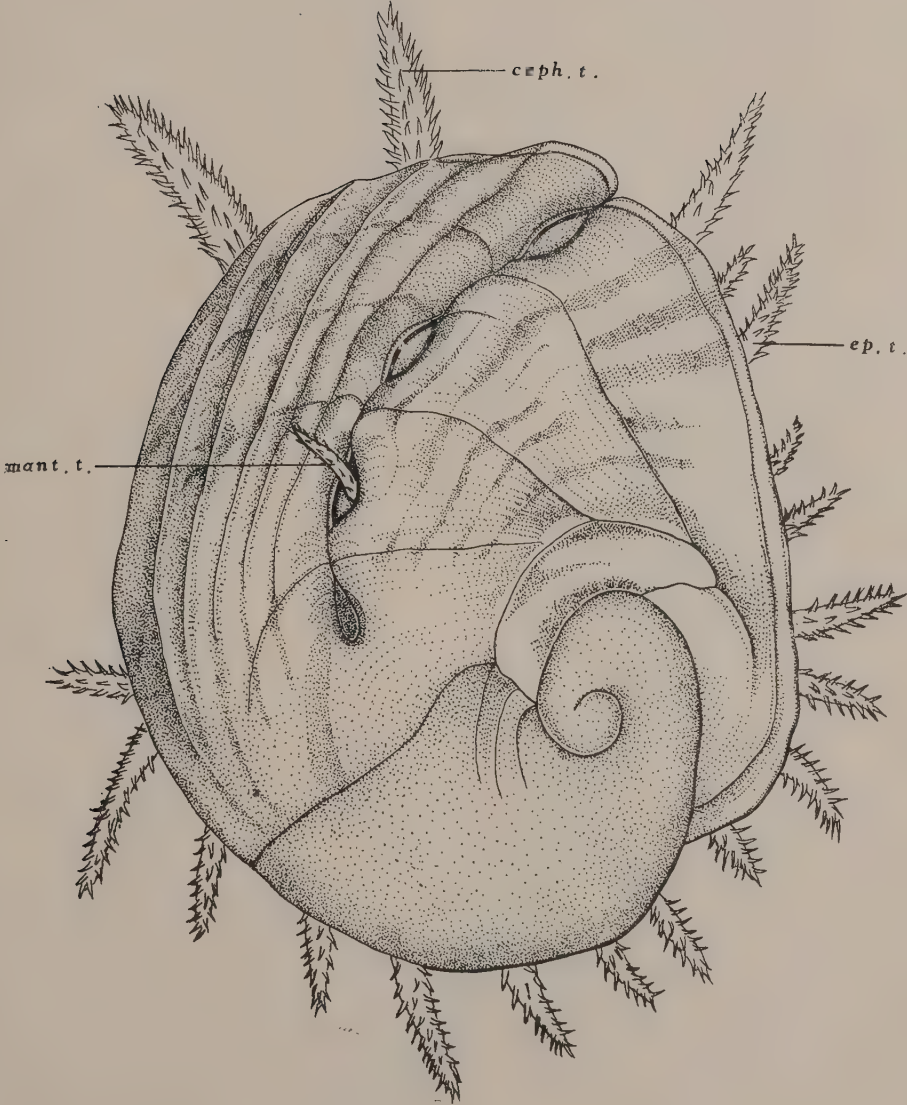


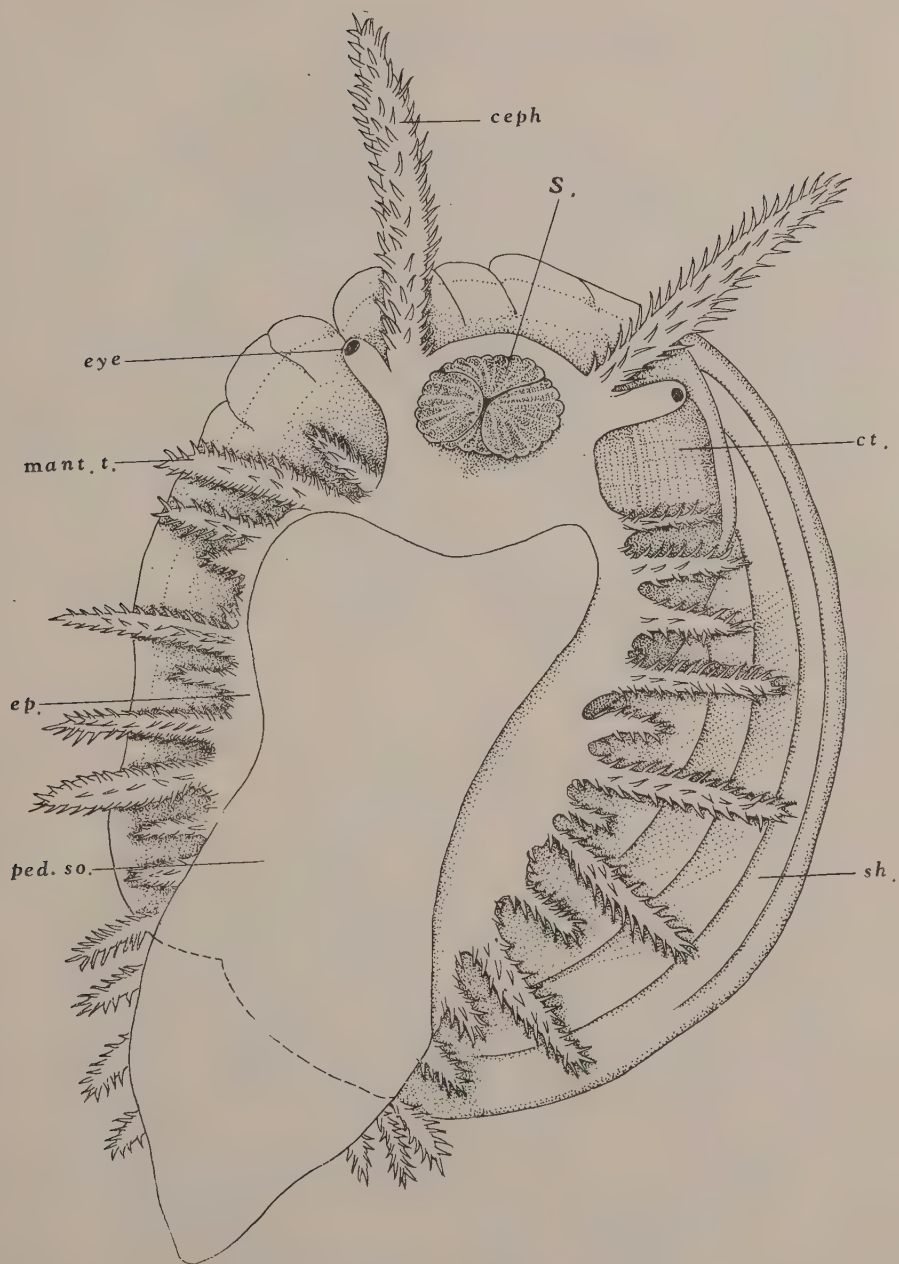


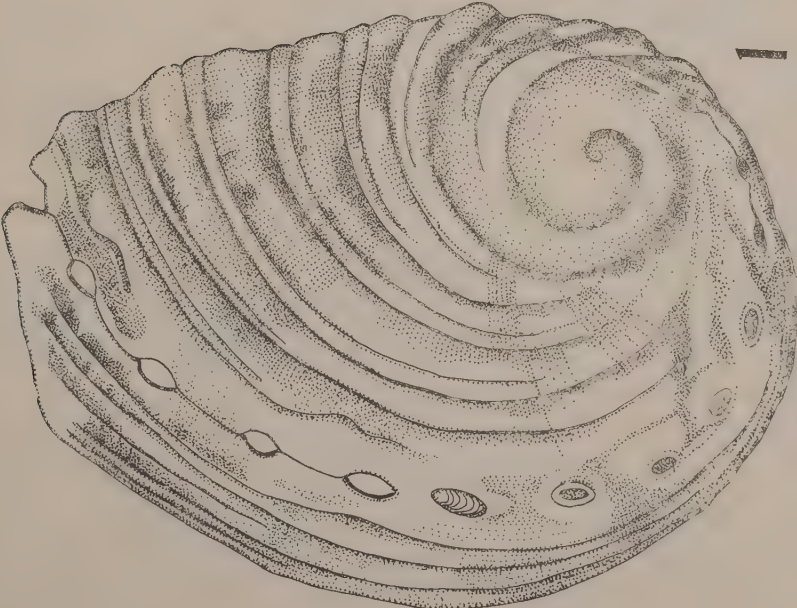
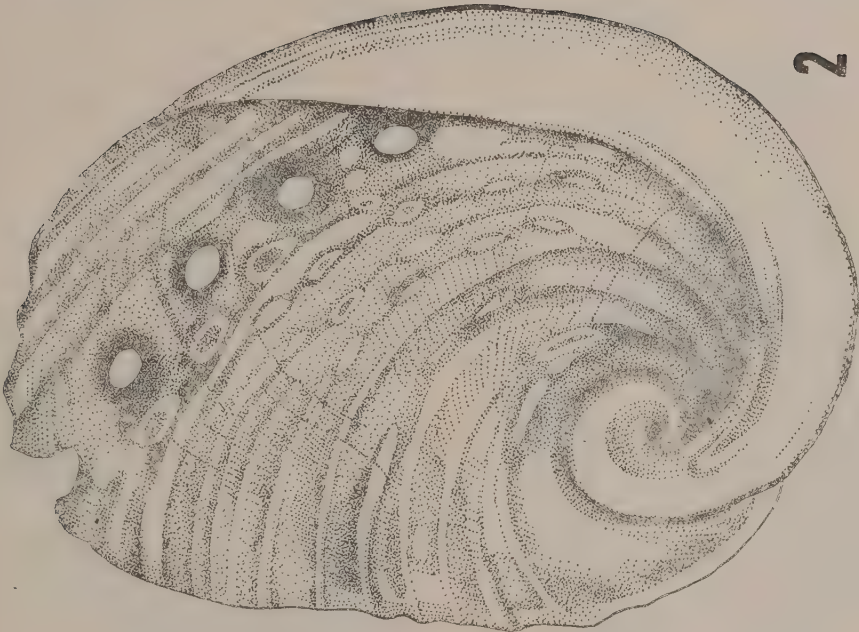


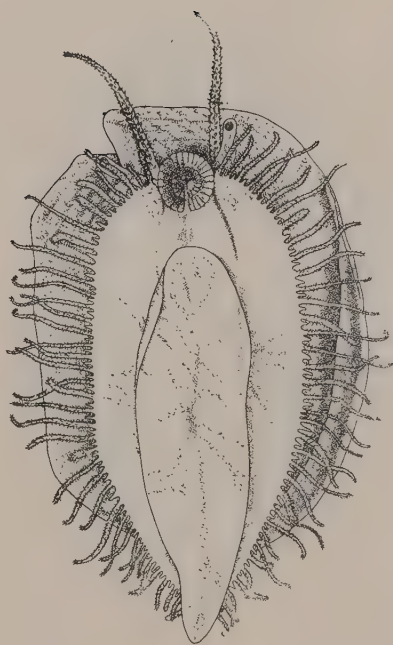
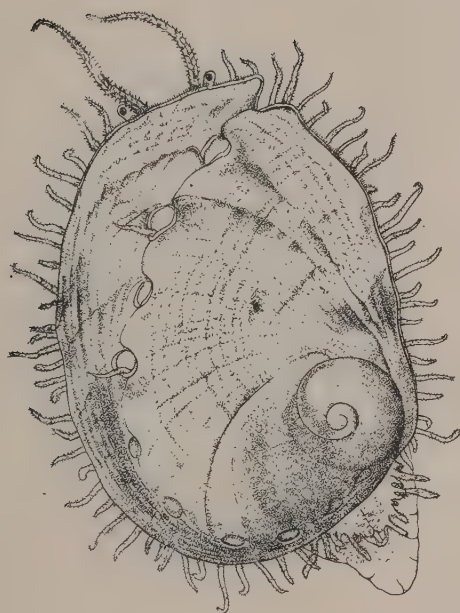




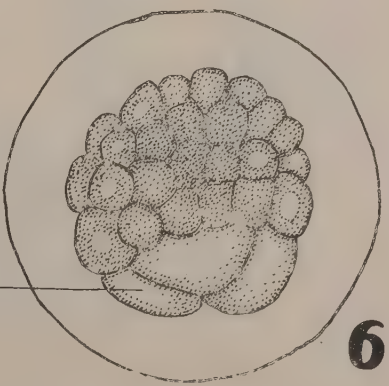
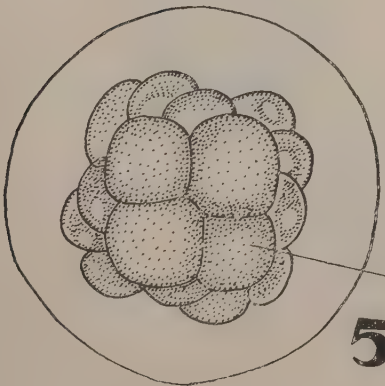
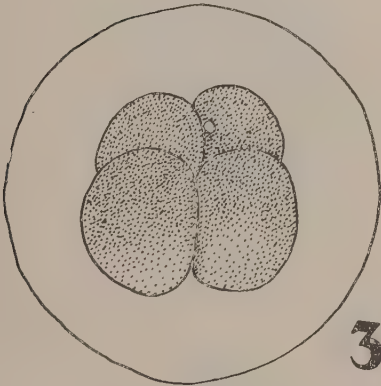
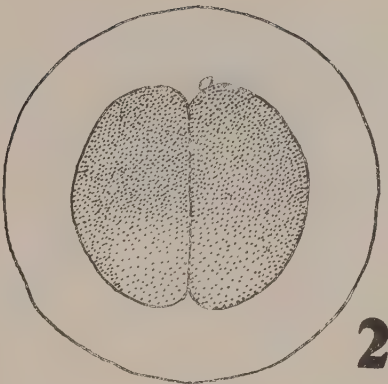
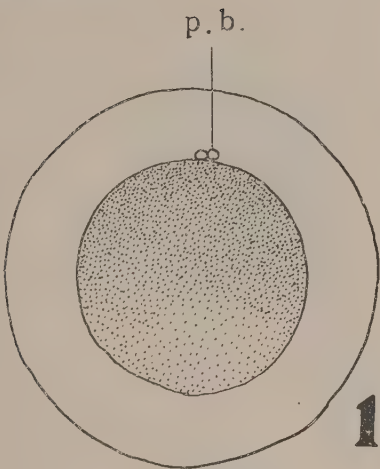




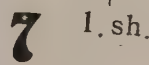
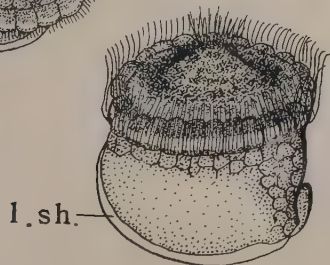
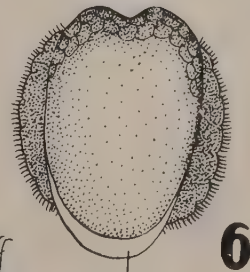
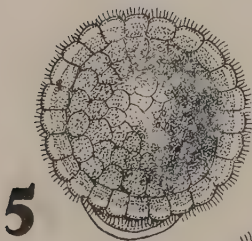
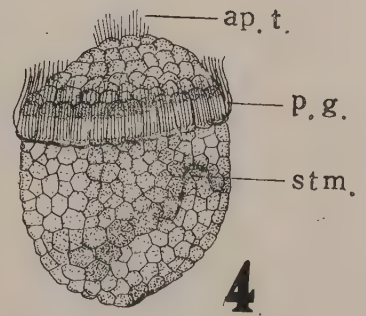
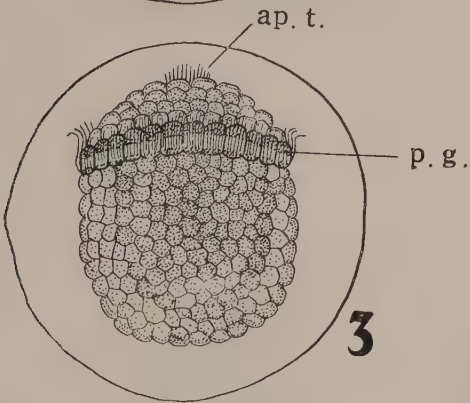
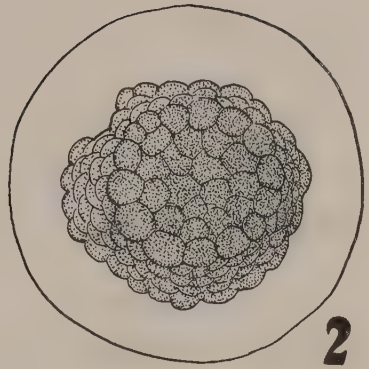
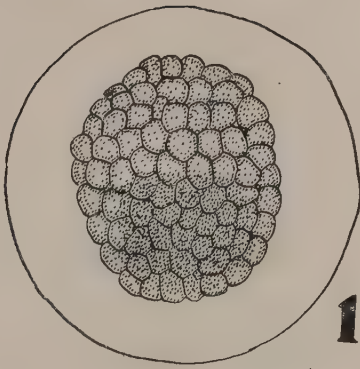


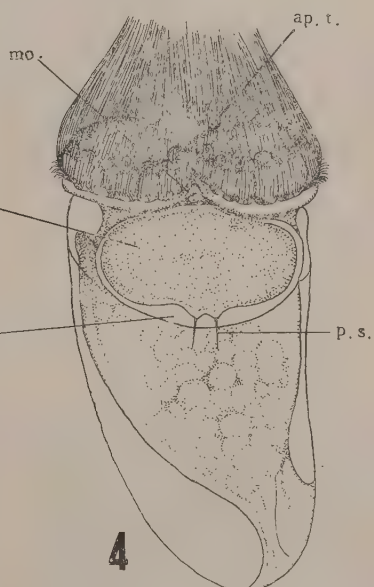
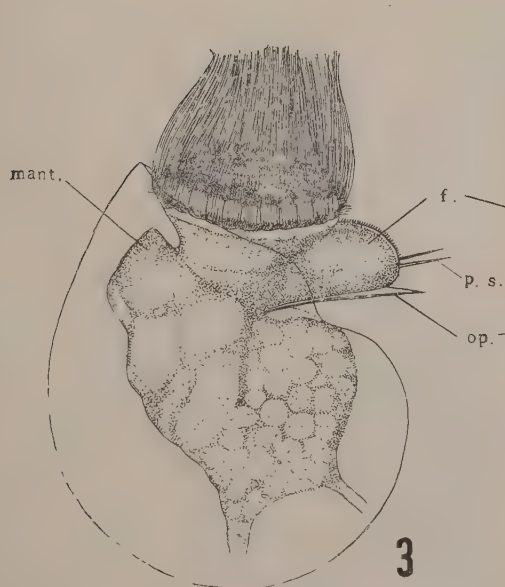
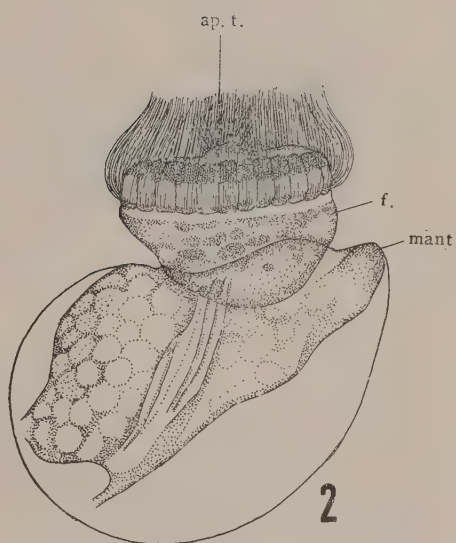
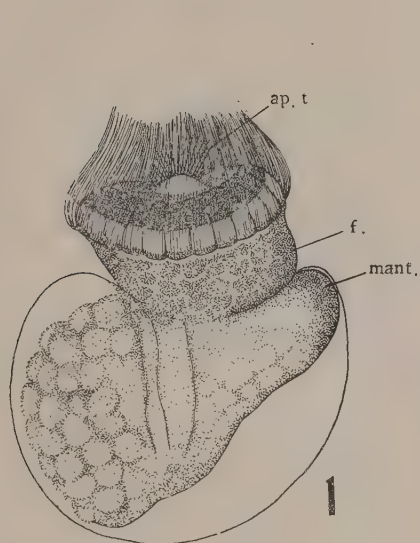


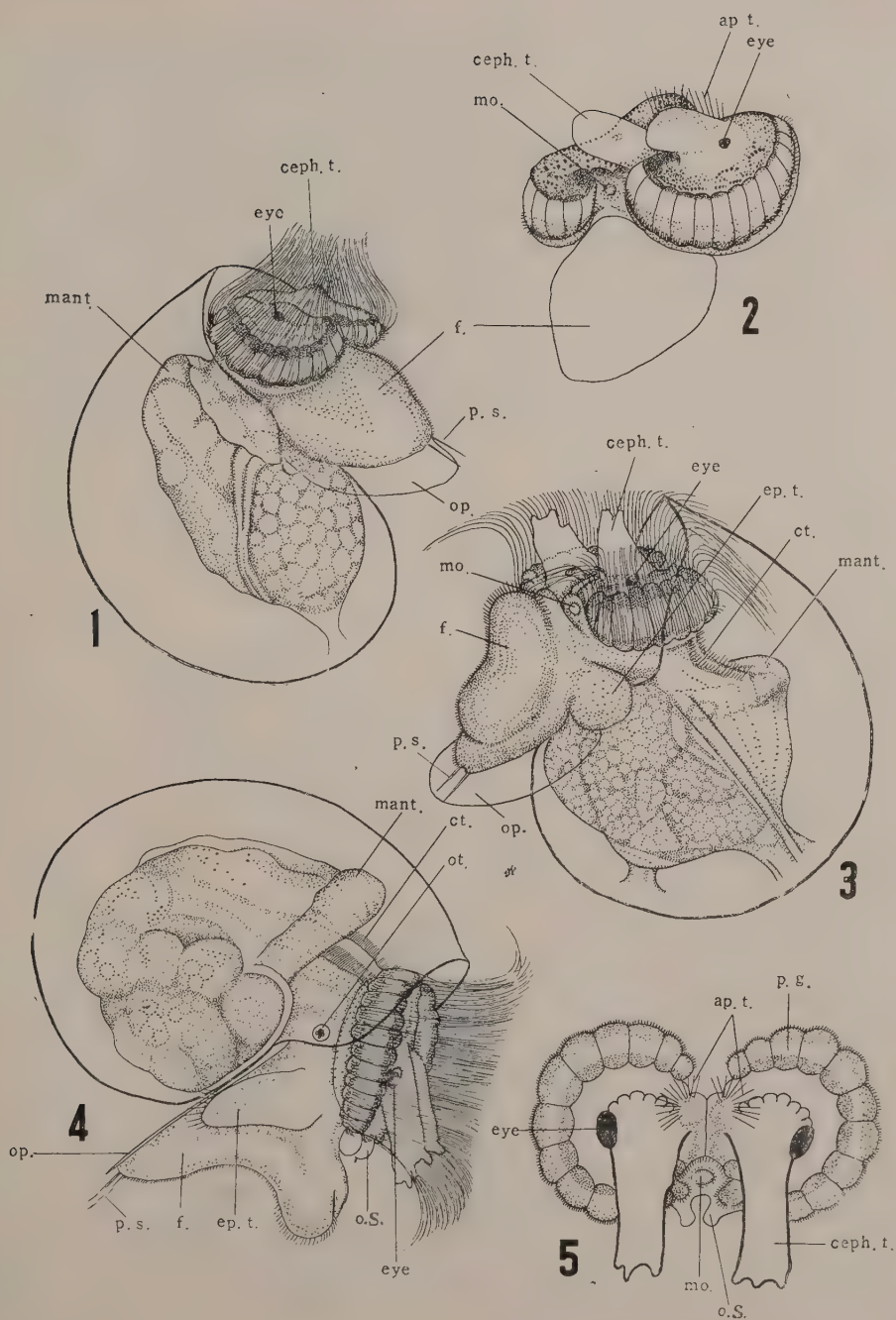


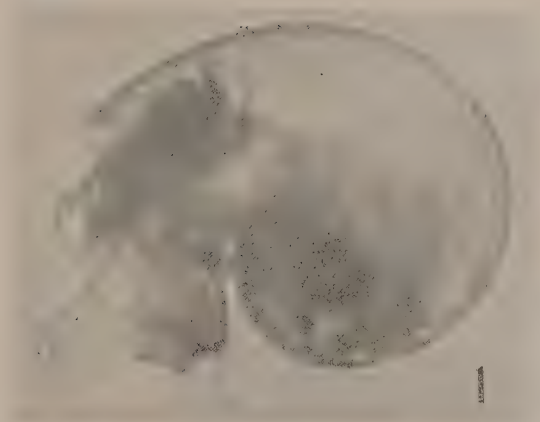


e. c.

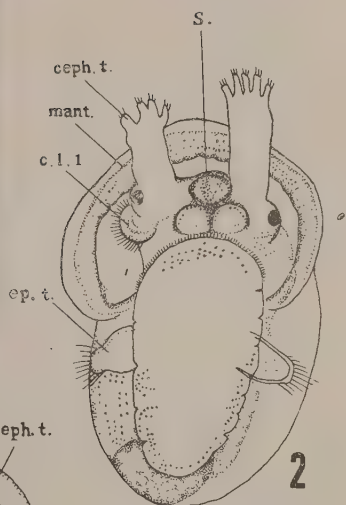




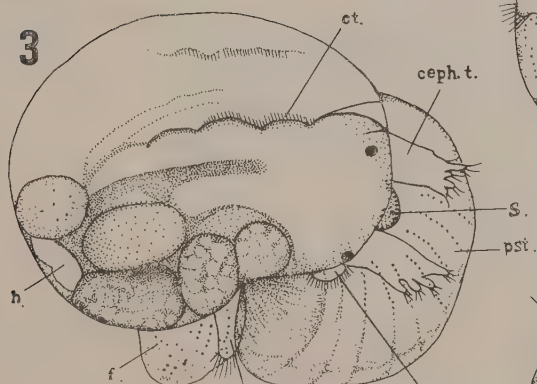




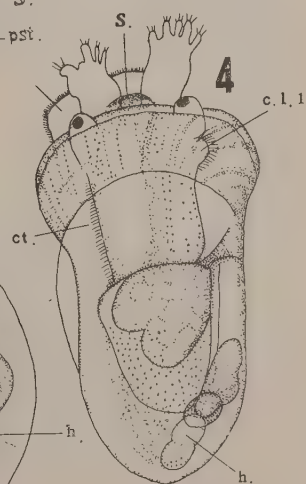
1



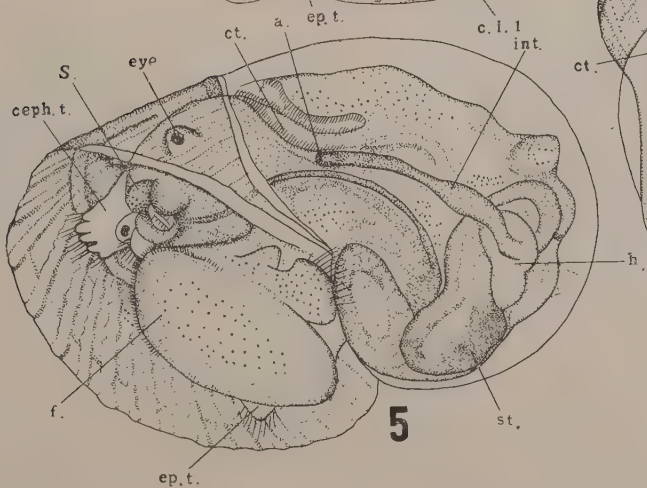
2



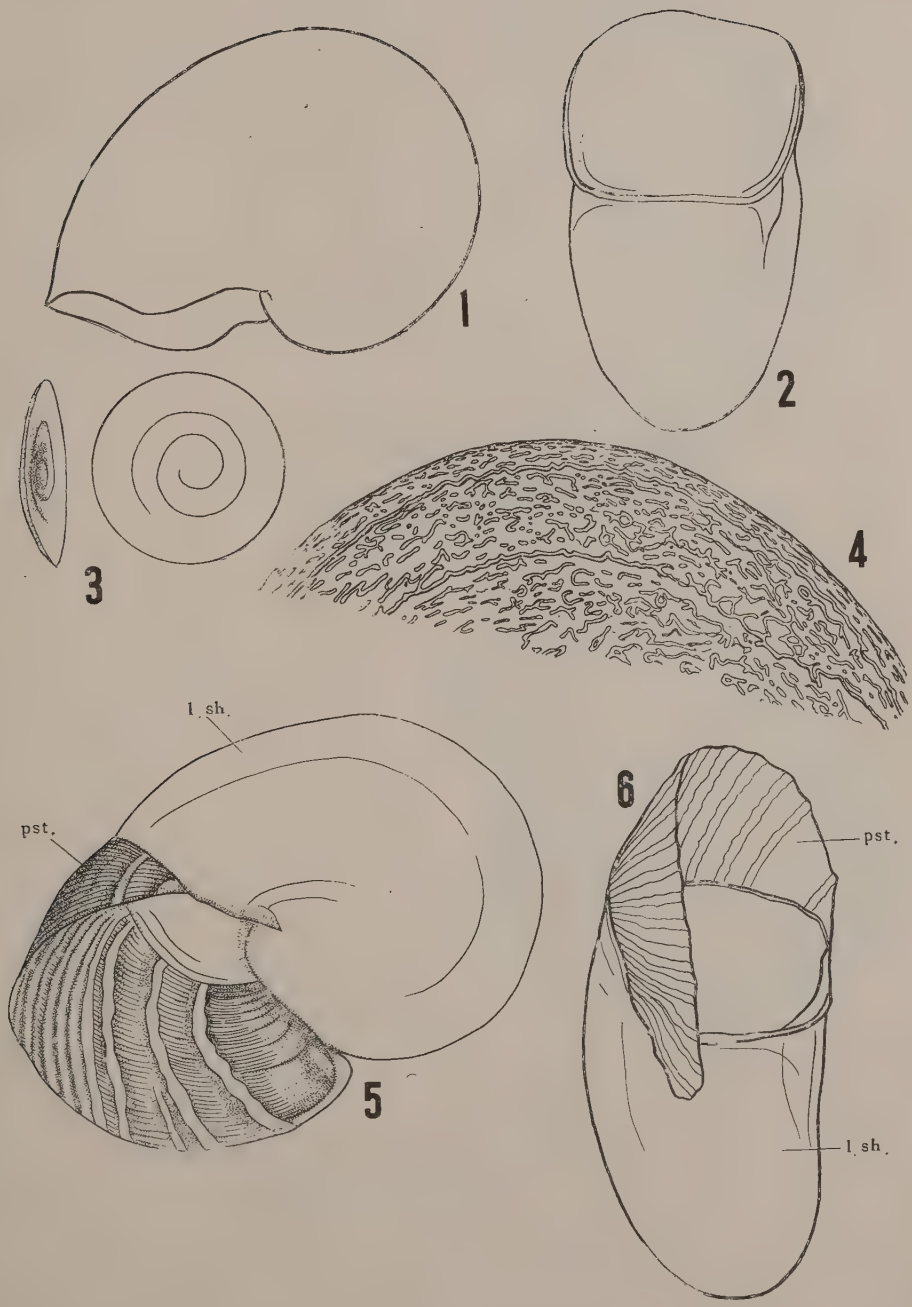
3

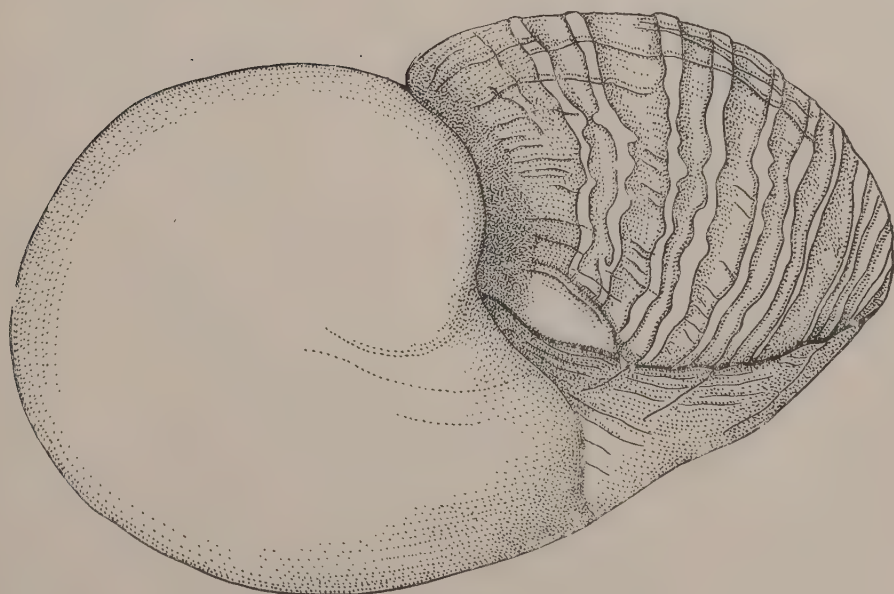
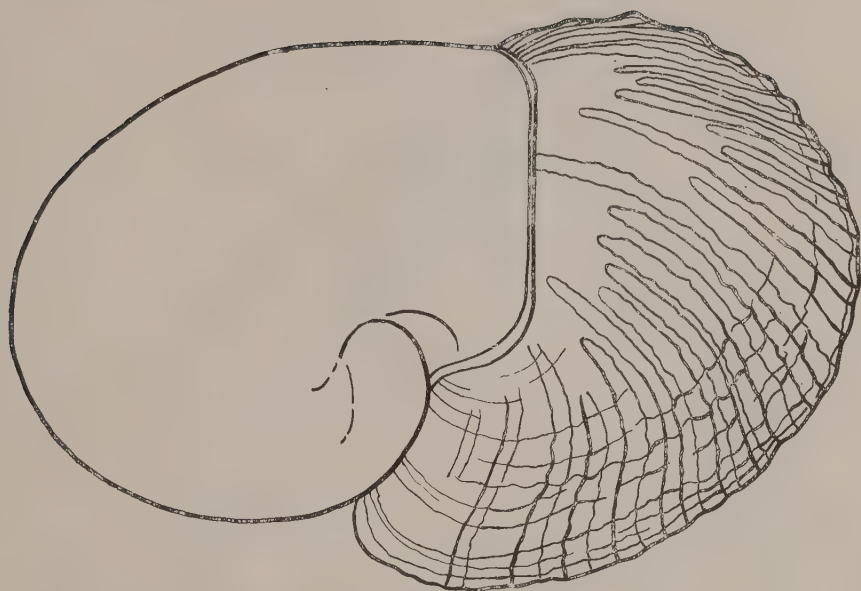


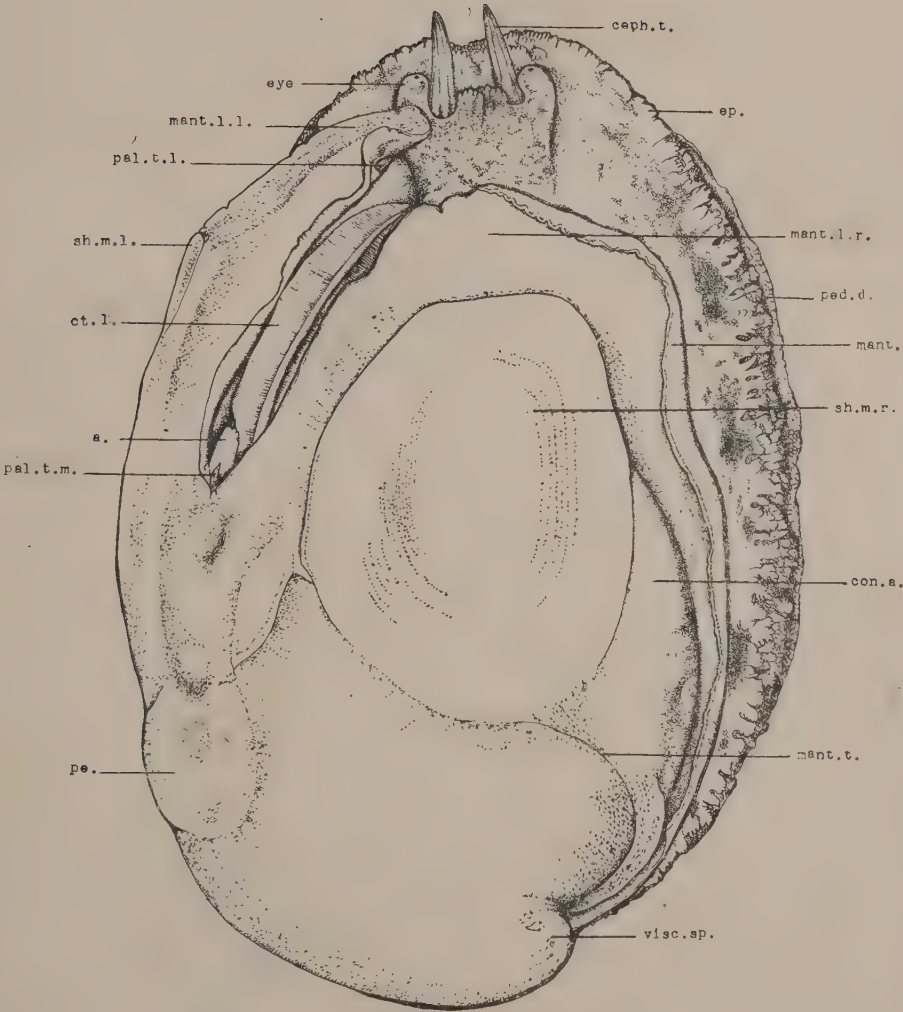
4

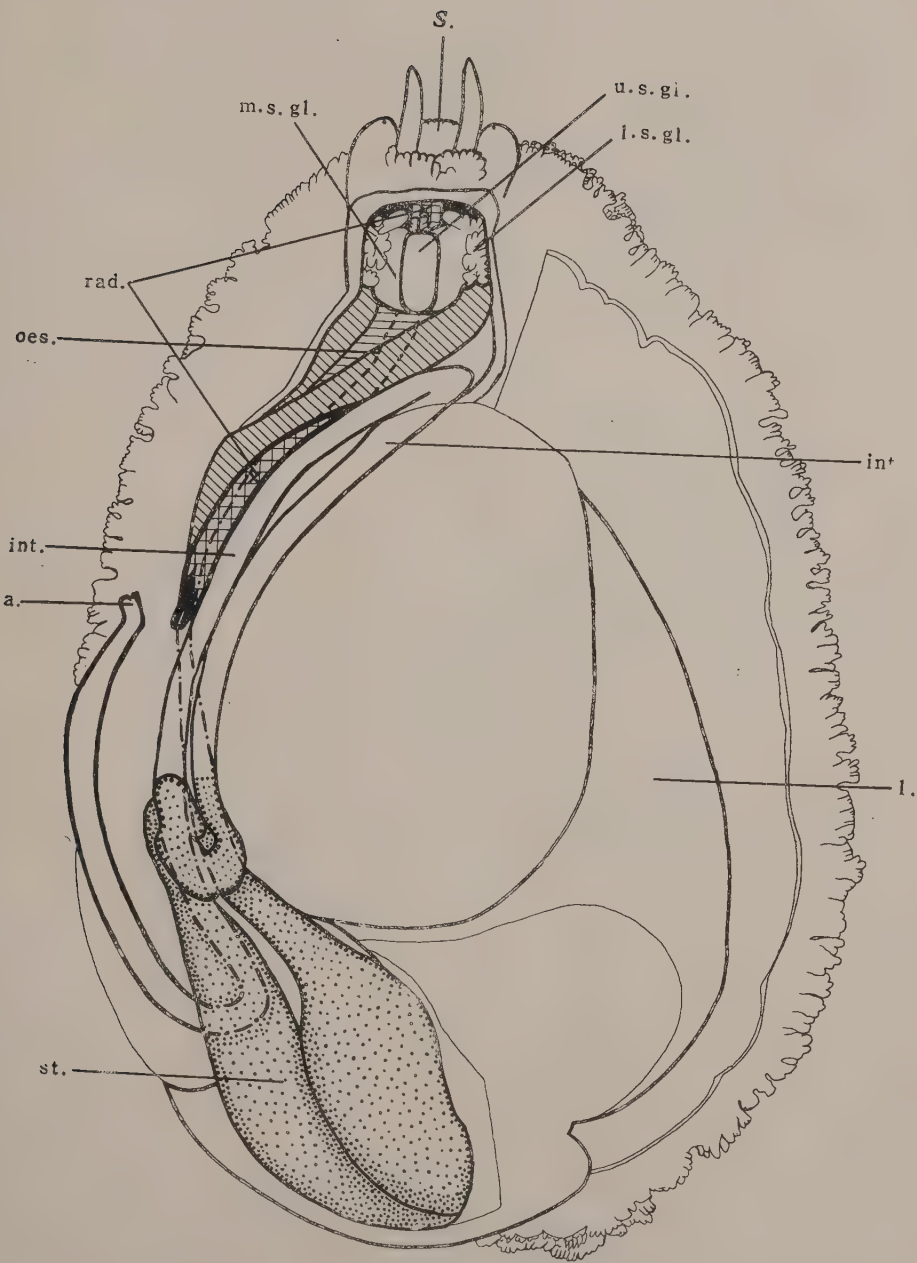


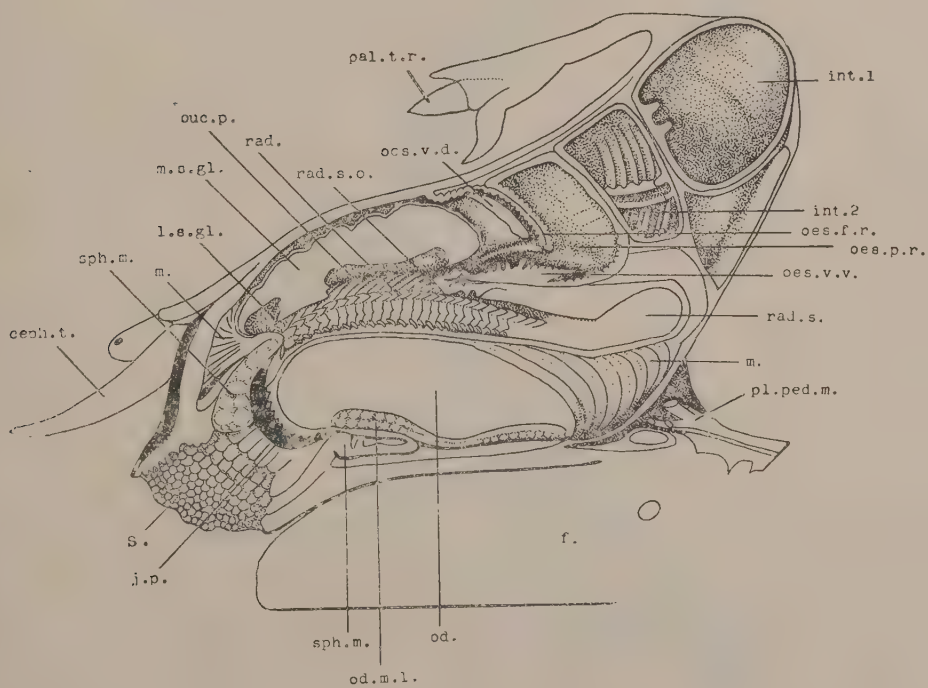
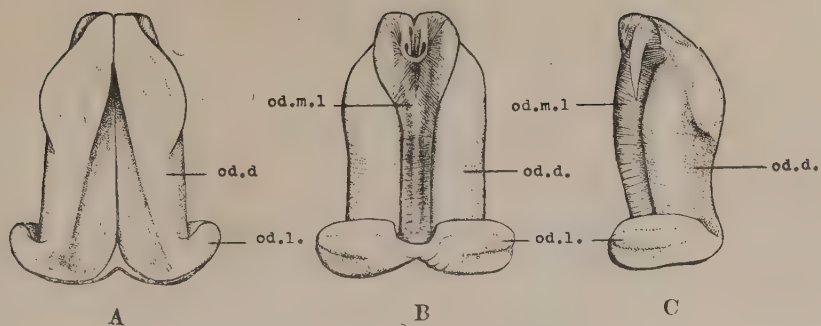
5

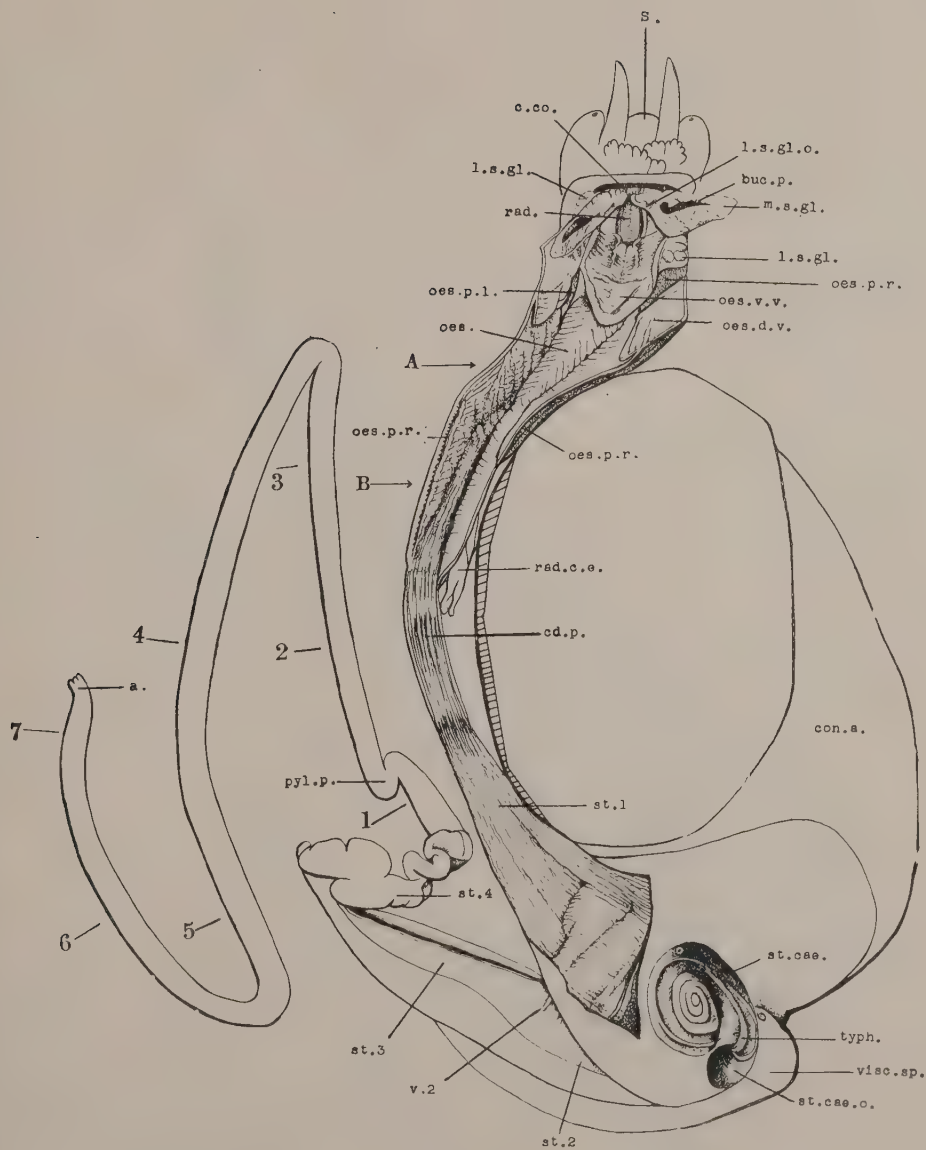


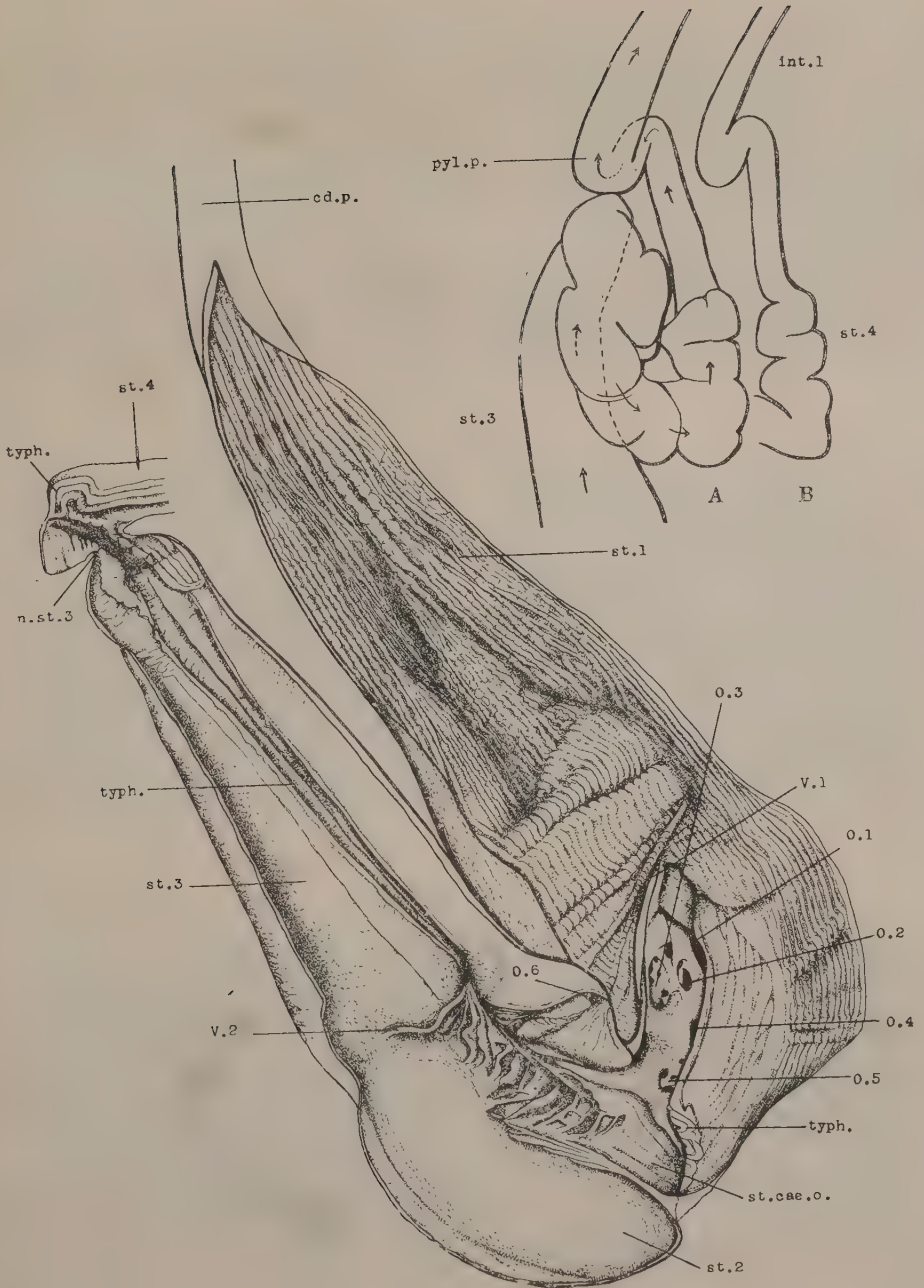


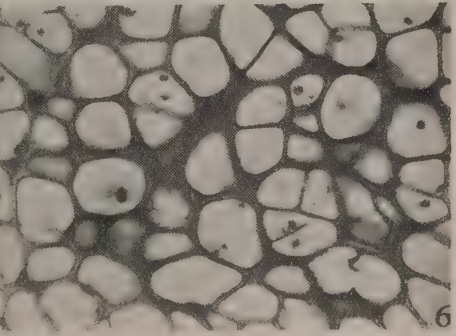
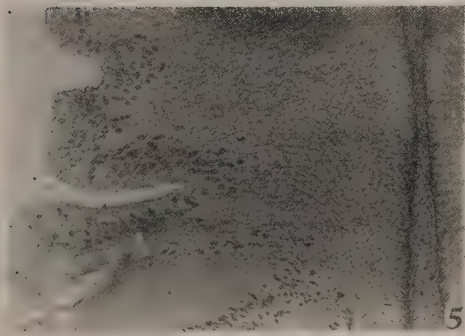
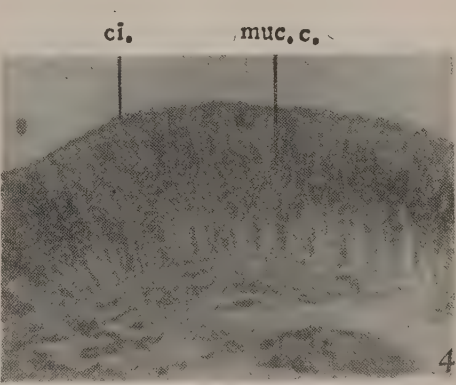
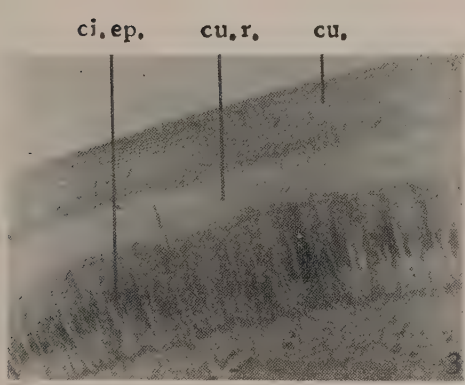
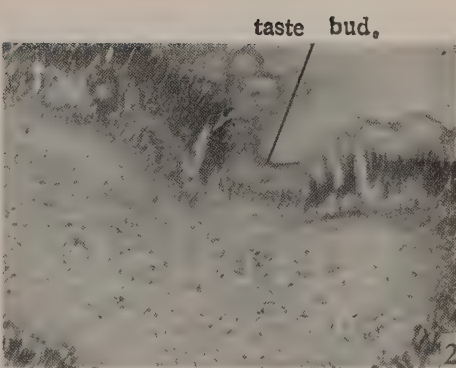
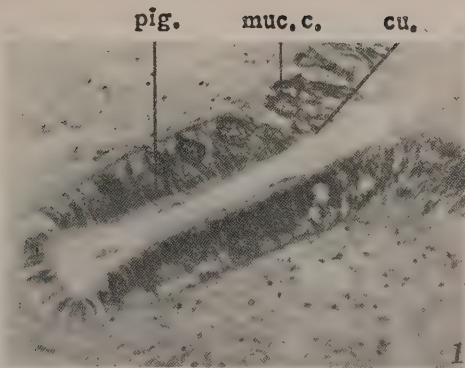


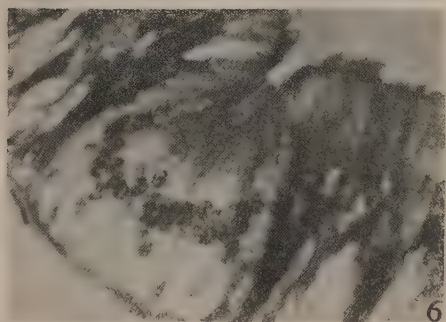
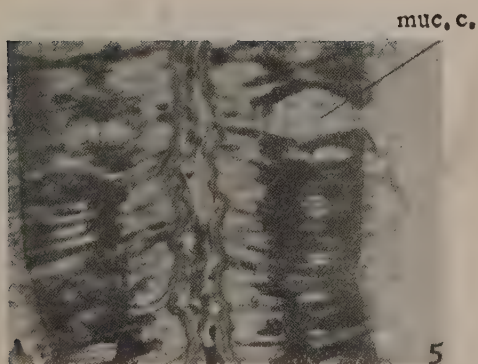
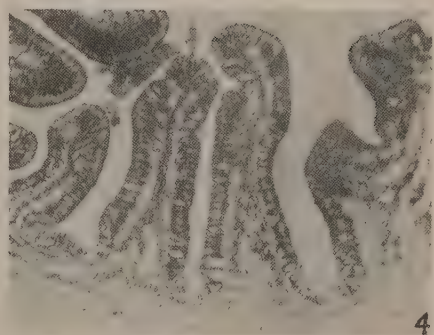
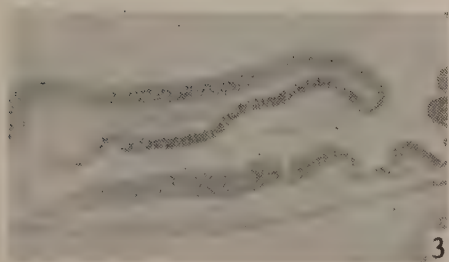
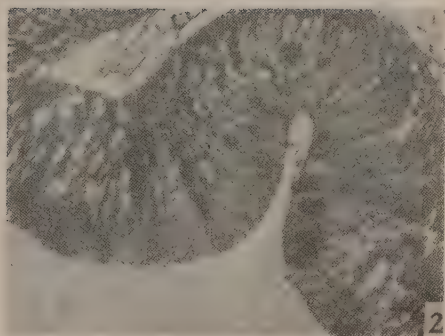
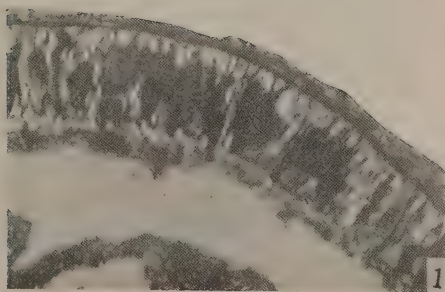


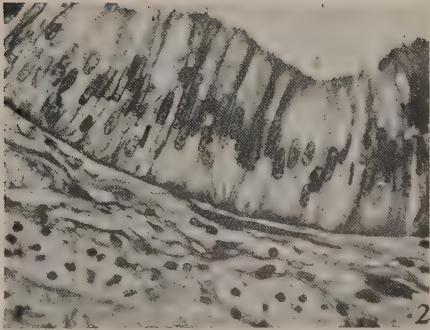
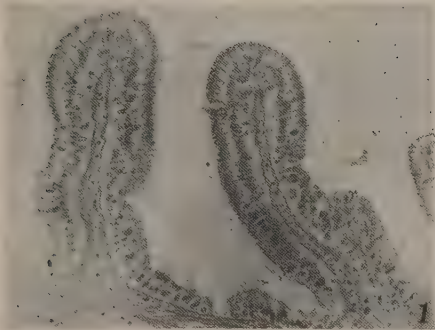






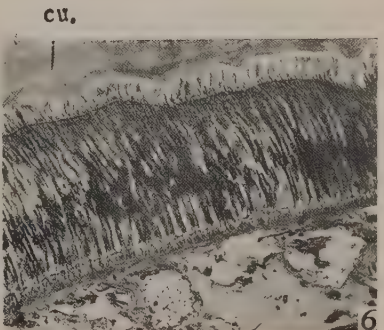
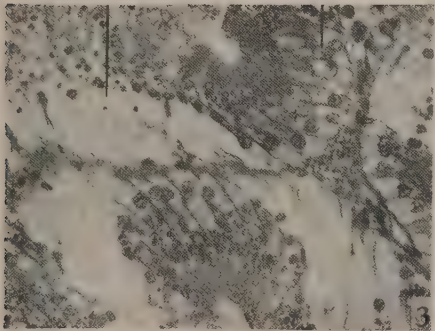




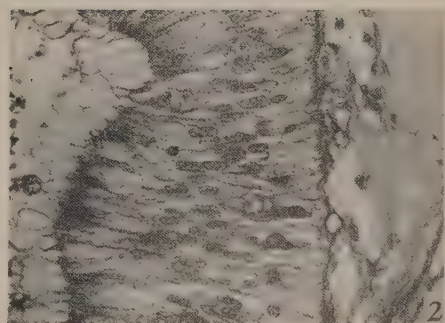
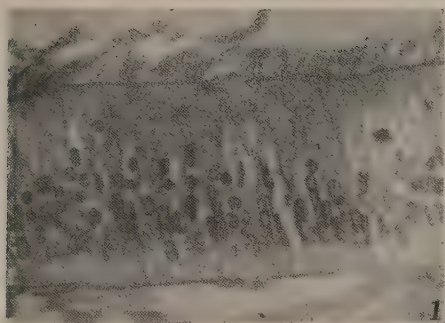


older cell

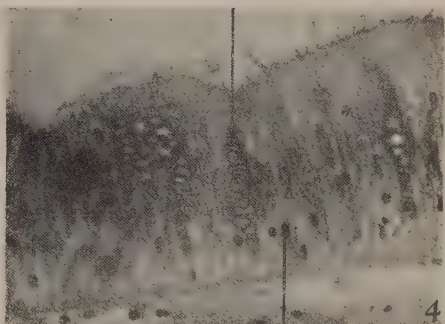
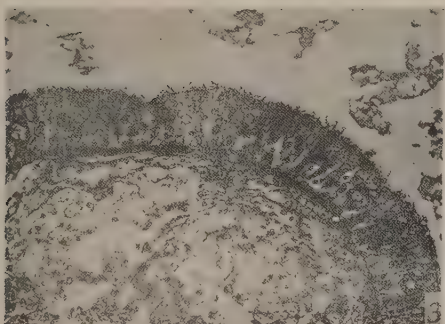
crypt cell



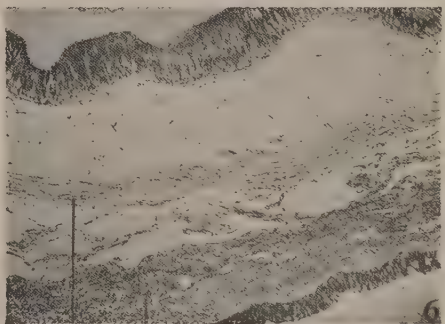
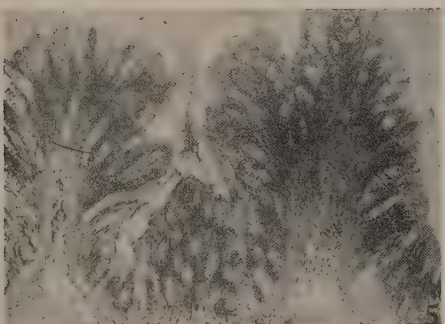
cu.



muc, c,



ph,



m, tr, m, l,

昭和27年12月15日 印刷
昭和27年12月20日 発行 (非 賣 品)

編輯並
發行 者 水産庁・東海区水産研究所

東京都中央区月島三号地

印刷所 株式会社 東 海 書 房

東京都中野区江古田三ノ一二二三

電話 中 野 (48) 4101

東海區水産研究所研究報告

目 次

第 1 号……………昭和 25 年 12 月

業績. A.

No.

1. 水産食品鮮度規定の化学的研究……………天 野 慶 之

第 2 号……………昭和 26 年 1 月

業績. A.

No.

2. 定置網の研究……………宮 本 秀 明

第 3 号……………昭和 27 年 1 月

業績. B.

No.

1. 脂質の栄養価に関する研究

第Ⅱ報 長須鯨油及びその硬化油、重合油の栄養価に就て……………東 金 田 秀 雄
石 井 清 之 志 助

2. 肝油の高周波による採取……………東 衣 秀 雄
梅 卷 本 豊 輔 滋

3. 魚肉鮮度簡易測定法……………
第 5 報 魚肉水浸出液中の蛋白質の安定性に就て……………天 野 慶 之
富 谷 章 子

4. 腐敗魚肉醬油の栄養価に就て……………金 田 尚 志
岡 田 充 阿 稔 彌

5. 魚類のメラニン細胞拡張ホルモンに就て

第 2 報 脳下垂体の新鮮度による影響……………荒 川 清

6. 魚肉に於ける枸橼酸の生成……………山 田 紀 作
鈴 木 た ね 子

7. 貝毒に関する研究, 麻痺性貝毒に就て (予報)……………橋 本 芳 郎
神 名 孝 一
塩 川 あ や 子

8. 水産皮革の理化学的研究

第 3 報 サメ皮の保蔵について (予報)……………高 橋 豊 雄
川 中 武 夫

9. タンニン染めにおける海水の使用について……………右 田 正 男
竹 井 誠

10. 南水洋産塩蔵鯨肉に関する研究……………新 田 忠 雄
岡 田 本 稔 滋
梅 本

11. 海藻の胞子の放出・散布及び着生に関する研究

(海藻胞子付けの研究第 8 報)……………須 藤 俊 造

第1報 Hexamethylenetetramine と Formaldehyde の殺菌並に

静菌作用に就て 山田金次郎

51. 摺潰機の混合性能について 松本重一郎
田中武夫
新井とみ子

47. 脂質の栄養価に関する研究

第V報 重合鰵油の栄養価其の三 東金 秀雄
田 尚志

45. アサクサノリの生活史に就いて、特に秋に立込んだヒビに最初に着く

胞子の性質 第2報 須藤 俊造
藤 虎造

54. れん製品の研究

I. サメ肉の鮮度低下とかまぼこを形成する能力について 高橋 豊雄
松本重一郎
新井とみ子

55. アブラボウズ体油の脂肪酸組成及びその栄養価について 金 田 尚志

58. 海藻油及びそのステロールに関する研究

第II報 オホバモク・ステロールの構造に就て 金 田 尚志

52. 魚類の脳下垂体ホルモンの研究

I. ニジマスの産卵促進について 右田 正男
松本重一郎
木下寛瑛
佐々木 一
芦川 一郎

57. 鱈幽門垂の脂質 平衣 秀一
尾 豊輔
巻 豊輔

56. 水中を動く網地が受ける水の抵抗

I. 本目・蛙又及び無結節網地の流水抵抗の違い 宮本 秀明
野村 正恒
下 崎 矩

59. 北海道産ホッケ *Pleurogrammus azonus* の魚体調査に就いて 竹 村 嘉夫

60. れん製品の研究

II. 足の強さの一測定法について 松本重一郎
新井とみ子

61. 偏光々線によるホッケ鱗の観察 竹 村 嘉夫

62. 魚類標識方法の研究

I. 標識用針金の耐蝕性 竹 村 嘉夫

63. 水産動物のビタミン B₁₂ について

I. 魚類のビタミン B₁₂ 含量 (其の一) 築 瀬 正明

65. ワカメ・カジメ及びアラメの游走子の放出について (2)

(海藻の胞子付けの研究, 第13報) 須藤 俊造

66. ホッケ *Pleurogrammus azonus* JORDAN ET METZ 卵巣

に就ての一知見 竹 村 嘉夫

業績. A.

No.

3. 邦産アワビ属の増殖に関する生物学的研究 猪 野 峻

BULLETIN OF TOKAI REGIONAL FISHERIES
RESEARCH LABORATORY
TABLE OF CONTENTS

	No. 1. December, 1950.	Contribution. A. No.
AMANO, K.		
Chemical studies on the freshness test of aquatic food products		1
	No. 2. January, 1951.	
MIYAMOTO, H.		
Study on the setnet		2
	No. 3. January, 1952.	Contribution. B. No.
HIGASHI, H., KANEDA, T. and ISHII, S.		
Studies on the nutritive value of lipids.		
Part II. Nutritive value of fin whale oil and its polymerized oil.		1
HIGASHI, H., KINUMAKI, T. and UMEMOTO, S.		
Liver oil extraction by radio heater.		2
AMANO, K. and TOMIYA, F.		
Simplified test on the freshness of fin meat.		
(5) Effect of freshness of fish meat on the stability of its aqueous extract against alcohol.		3
KANEDA, T., OKADA, M. and YAMADA, J.		
Study on the nutritive values of "Soy-sauce" prepared fish meat.		4
ARAKAWA, K.		
Melanophorhormone of fish.		
II. Effect of the freshness of fish upon the potency of melanophormones.		5
YAMADA, K. and SUZUKI, T.		
Citric acid formation in fish.		9
HASHIMOTO, Y., KANNA, K. and SHIOKAWA, A.		
On shell-fish poisons.		
II. Paralytic poison (Preliminary report).		7
TAKAHASHI, T. and TANAKA, T.		
Physico-chemical study on the skin and leather of marine animals.		
III. Preservation of shark-skin (1)		8
MIGITA, M. and TAKEI, M.		
Tanning net in sea water.		6
NITTA, T., OKADA, M. and UMEMOTO, S.		
Studies on the salted whale meat produced in the Atlantic Ocean.		10
SUTO, S.		
Studies on shedding swimming and fixing of the spores of seaweeds.		11
UDA, M.		
On the fluctuation of oceanic current.		
2nd report. Drift current in Japan Sea, Yellow Sea and East China Sea.		12
HASHIMOTO, Y.		
On the toxicity of a puffer "Nashi-fugu" (<i>Sphoeroides uermicularis radiatus</i>)		15
SAHASHI, K., NAKAYAMA, A., HIRAO, S. and KINUMAKI, T.		

The biological potency of vitamin A in whale liver oil and its molecular distillates.	16
HASHIMOTO, Y. and MIGITA, M.	
On the shell-fish poisons.	
I. Inadequacy of acidulated alcohols with hydrochloric acid as solvent.	17
DOI, T.	
On the fishery of "IWASI" in the Inland-Sea.	
I. The secular variation of yield.	18
SUTO, S.	
Shedding, floating and fixing of the spores of <i>Porphyra tenelra</i>	19
Suto, S.	
On the life history of <i>Porphyra tenera</i>	20
KAWANA, T.	
Studies on the stock of Hokkaido herring.	
III. How many herrings are produced per individual.	21
KAWANA, T.	
Studies on the stock of Hokkaido herring.	
IV. Appearance of young herring along the coast of North-eastern Hondo correlated with the production of plentiful year-classes along the Western coast of Hokkaido. ...	22
HIGASHI, H. and KANEDA, T.	
Studies on the nutritive value of lipids.	
(III) Nutritive value of polymerized sardine oil. (1).....	23
HIGASHI, H., OKADA, M. and YAMADA, J.	
Chemical study on putrefaction of fish muscle.	
Part 2. Influences of putrefying conditions on the decomposition products.	26
IWATA, K. S.	
Spawning of <i>Mytilus edulis</i> .	
(3) Why do not fertilize the ovarian eggs? —Where and when do the eggs mature?	28
IWATA, K. S.	
Spawning of <i>Mytilus edulis</i> .	
(4) Discharge by KOL injection.	29
HIGASHI, H., OKADA, M. and YAMADA, J.	
Chemical study on putrefaction of fish muscle.	
Part 3. Manufacture of food yeast from putrefied fish.	27
HIGASHI, H., OKADA, M. and YAMADA, J.	
Chemical study on putrefaction of fish muscle.	
Part 1. Decomposition products of fish muscle under aerobic condition.	25
HIGASHI, H., KANEDA, T. and ISHII, S.	
Studies on the nutritive value of lipids.	
Part IV. Nutritive value of polymerized oil. (2).....	32
MIGITA, M. and HASHIMOTO, Y.	
On the puffer roe pickled in rice-bran	31
HASHIMOTO, Y. and MIGITA, M.	
On the assay method of puffer poison.....	30
NOMURA, M.	

Model experiments on two boat type trawl net.	33
ABE, T.	
Notes on the young of the Hokke". <i>Pjeurogrammus azonus</i> JORDAN ET METZ.	34
HIGAEHI, H. and KINUMAKI, T.	
Simplified determination of non-saponifiable matter in shark liver oil.	35
HIGASHI, H. and KANEKO, T.	
Foaming tendency of the partially reduced fish oil as flying oil. (Part II).	36
SUTO, S.	
On shedding of eggs, liberation of embryos and their later fixing in <i>Hijikia fusiforme</i>	37
SUTO, S.	
On growth "Bush" in <i>Hijikia fusiforme</i>	42
IWATA, K. S.	
Spawning of <i>Mytilus edulis</i> .	
(5) A method of obtain mature eggs from mantle piece.	38
HIGASHI, H., KANEDA, T., SHINMA, Y. and YAMAMOTO, T.	
Biological activity of kitol and its thermally decomposed products.	39
TETSUMOTO, S., TAKASE, A. and YAMADA, K.	
Studies on the bacterial contamination and sanitation of the fish market (Preliminary Report)	41
UDA, M.	
On the fluctuation of the main stream axis and its boundary line of Kuroshio.	44
No. 4. September, 1952	
Contribution. B. No.	
HONJO, K.	
Distribution of copepoda in the adjacent seas of the Izu Island during winter and spring.	24
IWATA, K. S.	
Spawning of <i>Mytilus edulis</i> .	
(7) Acid inhibition of spawning by KCL.	48
IWATA, K. S.	
Spawning of <i>Mytilus edulis</i> .	
(8) Comparison of inducing abilities of spawning among salts of alkali metals and alkali earth metals.	49
IWATA, K. S.	
Spawning of <i>Mytilus edulis</i> .	
(9) Mechanism of spawning by temperature rise.	50
HIGASHI, H., NITTA, T., NAGAKURA, K. and UMEMOTO, S.	
Studies on the utilization of fish meal for food.	53
IWATA, K. S.	
Spawning of <i>Mytilus edulis</i> .	
(6) Discharge by alkali treatment.	46
YAMADA, K.	
Studies on the mechanism of action of preservation.	
1. Antibacterial action of hexamethylenetetramine and formaldehyde.	43
MATSUMOTO, J., TANAKA, T. and ARAI, T.	
A study of mixing power of the grinding and mixing machine (Raikaiki).	51

HIGASHI, H. and KANEDA, T.	
Studies on the nutritive value of lipids. Part V. Nutritive value of polymerized Sardine oil. (3)	47
SUTO, S. and FUJIYAMA, T.	
On the life history of <i>Porphyra tenera</i> . II	45
TAKAHASHI, T., MATSUMOTO, J. and ARAI, T.	
Studies on fish meat jellies.	
1. The relationship between the freshness of shark meat and its ability to form "Kamaboko" jelly.	54
KANEDA, T.	
Studies on the composition of fatty acids of the "Black Cod", <i>Erilepis zonifer</i> -body oil and its nutritive value.	55
KANEDA, T.	
Studies on oils and sterols of algae.	
Part II. Structure of <i>Sargassum</i> -sterol.	58
MIGITA, M., MATSUMOTO, J., KINOSHITA, H., SASAKI, A. and ASHIKAWA, I.	
Studies on the hypophyseal hormone of fishes.	
1. Stimulating effect upon the ovulation of trout.	52
HIRAO, S. and KINUMAKI, T.	
Lipids of pyloric caeca of cod (<i>Gadus macrocephalus</i> Tilesius)	57
MIYAMOTO, H., NOMURA, M. and SHIMOZAKI, Y.	
Resistance of plane net against flow of water.	
1. Effect of knot type on the resistance of net.....	56
TAKEMURA, Y.	
Morphometric measurements of the "Hokke", <i>Pleurogrammus azonus</i> , from Hokkaido. ...	59
MATSUMOTO, J. and ARAI, T.	
Studies on fish meat jellies.	
II. A method for determining jelly strength of fish meat jellies.	60
TAKEMURA, Y.	
Observation of the scale of the "Hokke", <i>Pleurogrammus azonus</i> , by the use of polarized light.	61
TAKEMURA, Y.	
Studies on the method of tagging.	
I. Notes on the resistance of wire used for tagging experiment against corrosion.	62
YANASE, M.	
Studies on the vitamin B ₁₂ of aquatic animals.	
II. The vitamin B ₁₂ content of fishes (1).....	63
SUTO, S.	
On shedding of zoospores in some algae of laminariaceae. II.....	65
TAKEMURA, Y.	
On the ovary of ataka mackerel <i>Pleurogrammus azonus</i> JORDAN et METS.	66
No. 5.....December, 1952	Contribution. A. No.
Biological studies on the propagation of Japanese abalone (Genus <i>Haliotis</i>)	3

